

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- u. Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. hab. Hans Heuser

Klinische und experimentelle Untersuchungen über die Zahnhalsfüllungen im sichtbaren Frontzahnbereich

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Heinz Krug

aus Kassel

Marburg 1966

Kleinoffsetdruck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- u. Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. hab. Hans Heuser

Klinische und experimentelle Untersuchungen über die Zahnhalbfüllungen im sichtbaren Frontzahnbereich

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Heinz Krug

aus Kassel

Marburg 1966

Kleinoffsetdruck: Görich & Weiershäuser, Marburg



Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg am 14. 7. 1966

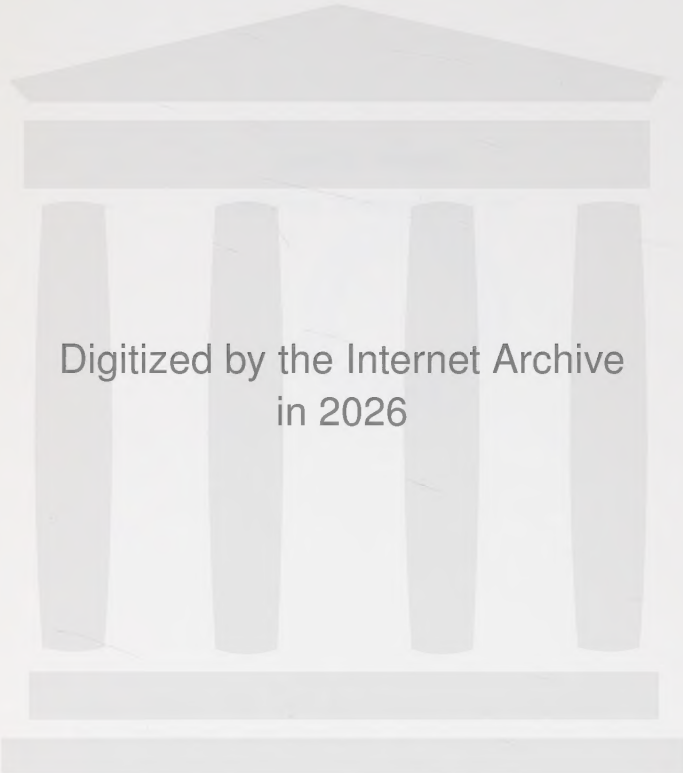
gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Dekan: Prof. Dr.med. O. Braun-Falco

Referent: Prof. Dr. H. Pantke

Korreferent: Prof. **Dr.**Dr.med. H. Heuser

Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. Einleitung	5
B. Klinische und experimentelle Untersuchungen über die Zahnhalsfüllungen im sichtbaren Frontzahnbereich	
I. Klinische Untersuchung von Zahnhalsfüllungen auf sekundäre Randkaries	7
II. Die Füllungsmethoden für Kavitäten im Zahnhalsgebiet des sichtbaren Frontzahn= bereiches	8
1. Allgemeine Betrachtungen	8
2. Die Silikatzementfüllungen	10
3. Die Kunststofffüllungen	17
a.) Füllungen mit Autopolymerisaten	17
b.) Kunststoffeinlagefüllungen	32
4. Die Porzellaneinlagefüllungen	34
5. Die Gußfüllungen	41
6. Die Amalgamfüllungen	51
III. Diskussion der Ergebnisse	58
C. Zusammenfassung	63
D. Literaturverzeichnis	66

A. Einleitung

Eine der drei Praedilektionsstellen für die Karies ist das Zahnhalsgebiet. Auf Grund der hier vorliegenden anatomischen Verhältnisse, nämlich Wölbung des Zahnes und Wulstung des Zahnfleisches, entsteht am Zahnhals eine Zone der "habituellen Unsauberkeit". Das bedeutet, daß sich in diesem Abschnitt Speisereste, also gärfähiges Substrat sehr leicht festsetzen können. Diese Belagbildung, und sei sie auch nur mikroskopisch dünn, ist aber, wie auch H a r n d t betont, die Voraussetzung für die Entstehung der Karies.

Die schon normalerweise vorhandene Retentionsnische wird durch marginale Parodontopathien, und seien sie noch so geringfügig, vergrößert, da es durch die Entzündungserscheinungen zu einer Schwellung des Zahnfleischsaumes kommt. Manche Autoren (W a n n e n m a c h e r , F r a n k e) nehmen an, daß nicht nur die Vergrößerung der Retentionsnische, sondern auch Entzündungssekrete der Gingiva kariogen wirksam werden können, da sie durch Veränderung des Mundmilieus an dieser Stelle, die Keimflora im pathologischen Sinne verändern sollen.

Hinzu kommt die im Zahnhalsgebiet zumeist bestehende strukturelle Minderwertigkeit der Zahnhartsubstanz, die sich durch mangelhafte Verkalkung und unregelmäßige Prismenlage auszeichnet und so am Zahn selbst einen "locus minoris resistentiae" entstehen läßt.

Die Versorgung des Zahnhalsdefektes stellt den Zahnarzt vor besondere Probleme. Es seien hier vor allem genannt:

- 1.) Da das Füllungsmaterial in eine Zone habitueller Unsauberkeit zu liegen kommt, ist es erhöhter Säureeinwirkung und damit Korrosionserscheinungen ausgesetzt. Außerdem muß berücksichtigt werden, daß bestimmte mechanische Insulte, z.B. das Zähneputzen, in dieser Richtung wirksam werden können.
- 2.) Rauhe Füllungsoberflächen müssen vermieden werden, da sie einen ständigen Reiz auf die in unmittelbarer Nähe lie-

gende Gingiva ausüben. Dieser mechanische Reiz hat eine Entzündung zur Folge, wodurch die Retentionsmöglichkeit von gärungsfähigem Substrat wiederum erhöht und damit eine erneute kariöse Erkrankung des Zahnhalses begünstigt wird.

- 3.) Besonderer Wert muß auf eine exakte Randgestaltung sowohl der Kavität als auch der Füllung gelegt werden, da durch die schlechte Schmelzstruktur ein Absplittern des Kavität=tenrandes sehr leicht möglich ist.
- 4.) Eine Unschädlichkeit des Füllungsmaterials der Pulpa gegen=über muß gesichert sein.
- 5.) Eine dem Zahn ähnliche und damit nicht erkennbare Füllung ist im sichtbaren Frontzahnbereich verständlicherweise stets der Wunsch des Patienten.

Unsere Aufgabe bestand nun darin, die einzelnen, dem Zahnarzt zur Verfügung stehenden Füllungsmaterialien zu überprüfen. Dies geschah durch klinische und experimentelle Untersuchungen, sowie durch die kritische Bewertung der in der Literatur über die einzelnen Füllungsmaterialien gemachten Angaben.

B. Klinische und experimentelle Untersuchungen über die Zahnhalbsfüllungen im sichtbaren Frontzahnbereich

I. Klinische Untersuchungen von Zahnhalbsfüllungen auf sekundäre Randkaries

Die Aufgabe der konservierenden Zahnheilkunde besteht in der Deckung des durch die Karies erzeugten Defektes mit zahnfreundlichem Material. Diese sogenannte Füllungstherapie soll in der Weise durchgeführt werden, daß es nicht zu einer erneuten Erkrankung am Füllungsrand kommt.

Für die Entstehung einer sekundären Randkaries sind eine mangelhafte Kavitätenpräparation sowie ungenügende Materialeigenschaften des Füllungswerkstoffes, aber auch nicht selten ungenaues Arbeiten des Zahnarztes bei der Füllungstherapie selbst verantwortlich zu machen. Kommt der Füllungsrand in eine habituell unsaubere Zone zu liegen, wie wir sie am Zahnhalbs finden, ist die Gefahr einer erneuten Erkrankung des Zahnes besonders groß.

Wir untersuchten insgesamt 294 Zahnhalbsfüllungen im sichtbaren Frontzahnbereich auf eine erneute Erkrankung des Zahnes am Füllungsrand. Frisch gelegte Füllungen blieben von der Untersuchung ausgeschlossen; außerdem muß erwähnt werden, daß eine Kontrolle der Präparation und der Verarbeitungsgenauigkeit des Füllungsmaterials nicht möglich war.

Von den untersuchten 294 Füllungen

besaßen	129 Füllungen sekundäre Randkaries,
was	43,8 % entspricht.

In Tabelle 1 sind die 294 Füllungen nach den verwendeten Füllungsmaterialien aufgeschlüsselt, ferner gibt sie die Anzahl der Füllungen mit sekundärer Randkaries und deren prozentualen Anteil an der Zahl der Füllungen wieder.

Die Tabelle 1 läßt erkennen, daß bei den einzelnen Füllungsmaterialien unterschiedlich häufig Sekundärkaries auftritt. Es liegt deshalb der Gedanke nahe, daß die Häufigkeit der

Füllungs= material	Anzahl der Füllungen	davon zeigten sekundäre Randkaries	Prozent. Anteil
Silikatzement	112 = 38,0 %	70	63 %
Autopolymerisat	21 = 7,3 %	9	47 %
Porzellan	17 = 5,7 %	6	33 %
Gold	63 = 21,4 %	11	17 %
Amalgam	81 = 27,5 %	33	41 %

Tabelle 1

sekundären Randkaries weitgehend oder sogar ausschließlich von der Art des Füllungsmaterials abhängig ist.

Die Art sowie die einwandfreie Verarbeitung des Füllungsmaterials spielt zwar eine große Rolle, jedoch sind diese Faktoren nicht allein ausschlaggebend. P a n t k e hat immer wieder darauf hingewiesen, daß bezüglich der Entstehung von sekundärer Randkaries der Kavitätenpräparation ganz besondere Bedeutung zukommt. Außerdem ist eine richtige, d.h. auf den Kavitätentyp abgestimmte, Auswahl des Füllungsmaterials unumgänglich.

II. Die Füllungsmaterialien für Kavitäten im Zahnhalsgebiet des sichtbaren Frontzahnbereiches

1. Allgemeine Betrachtungen

Bei den Füllungsmaterialien können wir plastische und nicht plastische unterscheiden. Zu den ersteren gehören die Zemente, Autopolymerisate sowie Amalgame. Zu den letzteren zählen die Gußfüllungen und die Porzellaneinlagefüllungen.

An ein Füllungsmaterial sind nach W a l k o f f - H e s s nachfolgende Forderungen zu stellen:

1. Zahnähnliche Farbe
2. Genügende Härte und Festigkeit gegenüber mechanischen Einwirkungen.

3. Unveränderlichkeit gegenüber der Mundflüssigkeit und Speisen.
4. Unveränderlichkeit der Form und des Volumens.
5. Gute Adaptionsfähigkeit und Adhäsionsfähigkeit an die Kavitätenwände.
6. Unschädlichkeit für Zahngewebe, Pulpa, Paradentium und Gesamtorganismus.
7. Leichte Einführbarkeit und Verarbeitung.
8. Antiseptische Wirkung.
9. Möglichkeit der Entfernung ohne große Schäden für den Zahn.
10. Schlechtes Temperaturleitvermögen.

Von diesen Forderungen steht für den Patienten, vor allem, wenn es sich um Füllungen im sichtbaren Frontzahngebiet handelt, der kosmetische Effekt im Vordergrund.

Die Aufmerksamkeit des Zahnarztes darf sich bei der Wahl des Füllungsmaterials aber in keinem Falle nur von momentanen ästhetischen Gesichtspunkten leiten lassen. Viel wichtiger als alle kosmetischen Überlegungen sind die Pulpaverträglichkeit, der exakte Randschluß, die Widerstandsfähigkeit des Materials gegenüber mechanischen, physikalischen und chemischen Einflüssen.

Im Zahnhalsgebiet ist es darüber hinaus noch besonders wichtig, ein Material zu wählen, das der in unmittelbarer Nähe liegenden Gingiva keinen Schaden zufügt. Gerade dieser Punkt wird nicht genügend beachtet, obwohl durch genaue Verarbeitung und Oberflächengestaltung bei den meisten Füllungsmaterialien ein Erfolg in dieser Hinsicht erzielt werden kann.

Bei unseren Untersuchungen über die Eignung der verschiedenen Füllungsmaterialien für Zahnhalskavitäten im sichtbaren Frontzahnbereich haben wir auf die oben genannten Gesichtspunkte besonderen Wert gelegt. Von den in Frage kommenden Materialien untersuchten wir zunächst die in der Farbe zahnähnlichen, nämlich die Silikatzementfüllungen, die Kunststofffüllungen und die Porzellaneinlagefüllungen. Hiernach prüften wir die Gold=

gußfüllungen und ließen zum Schluß das in der konservierenden Zahnheilkunde am meisten verwendete Material, das Amalgam, folgen.

2. Die Silikatzementfüllung

Die Silikatzementfüllung wurde von A s c h e r 1904 in die Zahnheilkunde eingeführt. Der Silikatzement ist bis heute das am meisten verwendete Füllungsmaterial zur Versorgung kariöser Defekte im sichtbaren Zahnbereich. Neben dem zunächst vorhandenen kosmetischen Erfolg besticht die leichte Verarbeitbarkeit.

Die Silikatzemente werden aus Pulver und Flüssigkeit etwa im Verhältnis 4 : 1 innig zusammengemischt und dann in die Kavität eingebracht.

Nach W a l k o f f - H e s s setzen sich Pulver und Flüssigkeit zusammen aus:

Al_2O_3	52,00 - 56,00 %
SiO_2	23,00 - 29,00 %
CaO	2,60 - 15,00 %
MgO	0,20 - 1,50 %

Hinzu kommen geringe Zusätze an Ca, F_2 , BeO , P_2O_5 , Metalloxyde als Farbzusätze, sowie geringe Mengen von Mangan, Nickel, Blei, Kupfer, Lithium.

Die Silikatzementfüllung ist dann indiziert, wenn sie nicht vom Kaudruck getroffen wird und die Kavitätenpräparation zu ihrer Verankerung genügende Unterschnitte zuläßt. Dies ist bei der Zahnhalskavität der Fall, da der mechanische Einfluß entfällt. Die Temperaturleitfähigkeit der Silikatzemente ist nach H. K l a u e r in etwa die gleiche wie bei Dentin und Schmelz und daher wohl als ideal zu bezeichnen.

Ihre zahnähnliche Farbe läßt die Silikatzementfüllung für den sichtbaren Frontzahnbereich besonders geeignet erscheinen.

Wie jedoch unsere klinischen Untersuchungen ergaben, stimmten die Silikatzementfüllungen sehr häufig nicht mit der Farbe des

Zahnes überein. Dieses wird nur zu einem geringen Teil auf ungenügende Farbauswahl zurückzuführen sein, vielmehr auf eine nachträgliche Verfärbung.

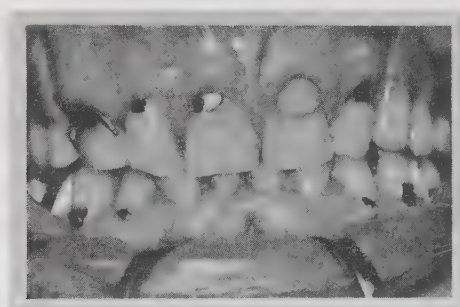


Abb. 1. Verfärbte und korrodierte Silikatzementfüllung am linken oberen mittleren Schneidezahn

Um zu prüfen, welche Faktoren zur Verfärbung der Silikatzementfüllung führen, wurden Zahnfleischfüllungen an extrahierten menschlichen Zähnen präpariert. Diese Kavitäten füllten wir entsprechend den nachfolgenden Verarbeitungsrichtlinien, die K e t t e r l angegeben hat, ab. Es gelangten die Präparate ACHATIT der Firma VIVADENT, SUPER-SYNTREX der Firma DE TREY und BS 58 der Firma FARBENFABRIKEN BAYER AG. zur Anwendung.

Erste Forderung:

Möglichst viel Pulver in die Flüssigkeit einspateln!

Ergebnis: Dichtes Gel

Weniger freie Säure

Viele Oxyde zur Überführung der primären
Phosphate in sekundäre und tertiäre

Rasches Verschwinden gefährlicher Säurewerte

Langsameres Herauslösen von Al-phosphat

Rasches Abbinden in der Mundhöhle

Mechanisch gute Eigenschaften:

Geringe Abbindungsreaktionen

Geringe Löslichkeit

Größere Druckfestigkeit

- Wege: 1.) Verarbeitung in dicker Konsistenz
 2.) Verwendung der gekühlten Anrührplatte
 3.) Anspatelzeit von 60 Sek. einhalten
 4.) Richtige Anspateltechnik

Zweite Forderung:

Keine Beeinflussung des Abbindevorganges durch

- 1.) Veränderung des Wassergehaltes der Flüssigkeit
- 2.) Verunreinigung des Pulvers
- 3.) Feuchtigkeit in der Kavität
- 4.) Behandlung der Füllung mit Warmluft während der Abbin= dung in der Kavität
- 5.) Frühzeitigen Speichelzutritt
- 6.) Vorzeitigen Luftabschluß durch Auftragen von Lack
- 7.) Zutritt von Feuchtigkeit vom Zahnfleisch aus.

Dritte Forderung:

Schaffen und Erhalten einer porenfreien Rindenschicht.

- Wege: 1.) Einstopfen des Materials unter Anwendung von Druck
- 2.) Abbindung für 3 bis 4 Minuten unter Druck
 - 3.) Möglichst keine nachträgliche Oberflächen= bearbeitung.

Zu der letztgenannten Forderung ist zu sagen, daß eine Silikat= zementfüllung meist nicht ohne Überschuß gelegt werden kann. Dieser Überschuß macht aber stets eine Randkorrektur notwen= dig. Durch besondere Bearbeitungs- und Politurmethode muß deshalb versucht werden, die entstandenen Mängel zu beseitigen bzw. zu verringern. Unsere Untersuchungen sollten zeigen, ob bzw. inwieweit dieses möglich ist.

Wir richteten uns bei unseren Versuchen nach der von
 E l f i n g e r angegebenen Arbeitsvorschrift

Arbeitsgänge	Schleif-u. Polier= instrumente	Schleif-u. Polier= pasten
Konturierung der Füllung	Zelluloidstreifen mit Federklemmen	Vaseline
Beschleifen überstehender Füllungsteile	Kugel- oder flam= menförmiger Finie= rer bzw. Arkansas= steine	Vaseline bei Verwen= dung von Arkansas= steinen
Glättung des Approximal= raumes	Finierer oder Leinenpolier= streifen	Vaseline bei Verwen= dung von Polier= streifen
Glättung und Hochglanz	Filzkegel oder Filzscheibe	Prolypol-Paste oder Schlammkreide

Tabelle 2: Arbeitsgänge zur Nachbehandlung von Silikatzement=
füllungen nach ihrer Erhärtung
(nach E i f i n g e r)

Die mangelhafte Farbübereinstimmung zwischen Zahn und Füllung kann auf drei Ursachen zurückgeführt werden:

1. Ungenügende Auswahl der Farbgenauigkeit
2. Verfärbung durc h ungeeignete Instrumente
3. Nachträgliche Verfärbungen.

Uns interessiert in diesem Zusammenhang nur die nachträgliche Verfärbung, für die E i f i n g e r und F e c h t zwei Ursachen verantwortlich machen.

- 1.) Chemische und physikalische Vorgänge im Füllungskörper selbst. Hierzu gehört das Opakwerden über einen Verlust an Transparenz nach Wassergabe.
- 2.) Durch äußere Einflüsse, die an die Füllung herangebracht werden. Dabei gelangen Farbpartikelchen über Unebenheiten und Mikrorisse in die Füllung.

Um beobachten zu können, wie Silikatzementfüllungen auf äuße=
re Einflüsse, die täglich an sie herangebracht werden, im un=
polierten sowie polierten Zustand reagieren, wurden die zuvor
erwähnten, an extrahierten Zähnen gelegten Füllungen am Rande
etwa in einem Millimeter Breite nach der von E i f i n g e r

angegebenen Methode bearbeitet, während das Oberflächenzentrum der Füllung ohne Politur blieb. Die Politur erfolgte nach 36 Stunden. Bis dahin bewahrten wir die Präparate in menschlichem Speichel auf. Nach der Politur setzten wir die Zähne folgenden Flüssigkeiten aus: Coca-Cola, Kaffee, Tee, Tabaklauge, Heidelbeersaft sowie Kirschsafte, und zwar wie folgt:

Eine halbe Stunde im Agens, eine Stunde in menschlichem Speichel, wobei dieser in Abständen von etwa einer Viertelstunde hin und her bewegt wurde, dann wieder ins Agens usw. Nach Ablauf einer jeden Stunde kontrollierten wir die Füllung auf eine Verfärbung.

Die Ergebnisse zeigt die Tabelle 3.

Aus dieser Versuchsreihe ist klar zu entnehmen:

- 1.) Trotz genauer Verarbeitung und störungsfreiem Einbringen in die Kavität sind Farbveränderungen durch äußere Einflüsse nicht zu vermeiden.
- 2.) Die Verfärbungen können durch Stoffe hervorgerufen werden, die als Nahrungs- und Genußmittel täglich die Mundhöhle passieren.
- 3.) Eine noch so gewissenhafte Bearbeitung und Politur des Randes nach der Erhärtung der gelegten Füllung, die durch die Randkorrektur notwendig wird, verringert den kosmetischen Erfolg zeitlich gegenüber der unpolierten Fläche.
- 4.) Von den einzelnen Agentien, die wohl alle beinahe täglich die Mundhöhle passieren, färbten Kaffee und Tee die gelegten Füllungen am meisten. Bereits während des zweiten Tages traten durch Kaffee die ersten Verfärbungen am bearbeiteten Rand der Füllung aus BS 58 auf, während SUPER-SYNTREX am vierten Tag erste Spuren einer Randverfärbung aufwies. Die unbearbeitete Fläche hielt bei Tee und Kaffee etwa zwei Tage länger ihre Farbgenauigkeit. Interessant ist, daß Tabaklauge, der eine intensive Färbungskraft zugesprochen wird, und alle intensiv gefärbten Fruchtsäfte den Silikatzementfüllungen weniger schaden als Kaffee und Tee.
- 5.) Von den verschiedenen Fabrikaten hielt SUPER-SYNTREX der farblichen Einwirkung von außen am längsten stand, wenn

Tage

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

A C H A T I T														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A C H A T I T	COCA-COLA	B.R.						+	+	+	+	+	+	++
		U.Z.						-	-	-	+	+	+	+
	KAFFEE	B.R.			+	+	+	+	++	++	++	++	++	+++
		U.Z.					+	+	+	+	++	++	++	++
	TEE	B.R.			+	+	+	++	++	++	++	++	++	+++
		U.Z.				+	+	+	++	++	++	++	++	+++
	TABAK=LAUGE	B.R.				+	+	+	+	+	++	++	++	++
		U.Z.					+	+	+	+	++	++	++	++
B S 5 8	HEIDEL=BEERS.	B.R.				+	+	+	++	++	++	++	++	++
		U.Z.					+	+	+	++	++	++	++	+++
	KIRSCH=SAFT	B.R.					+	+	+	+	++	++	++	++
		U.Z.						+	+	+	+	+	+	++
	COCA-COLA	B.R.					+	+	+	+	+	+	+	++
		U.Z.						+	+	+	+	+	+	+
	KAFFEE	B.R.		+	+	+	+	++	++	++	++	+++	+++	+++
		U.Z.				+	+	+	+	++	++	++	++	+++
SUPER - SYNTREX	TEE	B.R.			+	+	+	+	++	++	++	+++	+++	+++
		U.Z.					+	+	+	++	++	+++	+++	+++
	TABAK=LAUGE	B.R.			+	+	+	+	+	++	++	++	++	+++
		U.Z.					+	+	+	+	++	++	++	++
	HEIDEL=BEERS.	B.R.			+	+	+	+	++	++	++	++	++	+++
		U.Z.				+	+	+	+	++	++	++	++	+++
	KIRSCH=SAFT	B.R.				+	+	+	+	+	++	++	++	++
		U.Z.							+	+	+	+	+	++

Tabelle 3: Farbveränderungen durch äußere Einflüsse bei
Silikatzementfüllungen

Zeichenerklärung: + = Leichte Verfärbung
 ++ = Mittlere Verfärbung (nicht mehr zum Zahn passend)
 +++ = Starke Verfärbung (unansehnlich)
 B.R. = Bearbeiteter Rand
 U.Z. = Unbearbeitetes Zentrum

auch der Unterschied zu den beiden anderen Fabrikaten nur gering war.

Die Eindringtiefe der von außen an die Füllung herangebrachten Reagentien liegen nach H. D r e s s l e r zwischen 0,012 mm bis 0,12 mm. Unsere Untersuchungen zeigten, daß eine sehr kurze Bearbeitung mit einem Finierer genügte, um die Verfärbung zu beseitigen und die ursprüngliche Farbgenauigkeit wiederherzustellen. Diese, wenn auch geringe Bearbeitung ist jedoch in der Praxis nicht möglich, da danach ein Unterschuß der Füllung auftritt.

Die Silikatzemente haben nicht nur den Nachteil, daß ihre Farbübereinstimmung mit dem Zahn verloren geht. Die Löslichkeit solcher Füllungen wurde von K ö h l e r experimentell unter mundähnlichen Verhältnissen geprüft. Er kommt zu dem Ergebnis, daß das saure Milieu den Silikatzementfüllungen besonders schadet. Da, wie eingangs erwähnt, das Zahnhalsgebiet gute Retentionsmöglichkeiten für gärungsfähiges Substrat bietet, ist die Gefahr des Herauswaschens einer Silikatzementfüllung hier also besonders groß.

Ferner muß erwähnt werden, daß durch die Erstarrungskontraktion, die zwischen 0,5 und 3 % liegt, eine Volumenveränderung der Füllung eintritt, die im Zusammenhang mit der mangelhaften Haftfähigkeit der Silikatzemente dazu beiträgt, daß ein Spalt zwischen Zahnrand und Füllungskörper auftritt. Außer der Tatsache, daß dieser Spalt eine Prädilektionsstelle zur Entstehung einer Sekundärkaries darstellt, machten wir die Beobachtung, daß gerade hier die Verfärbung durch äußere Einflüsse besonders schnell einsetzt und sich als "dunkler Rahmen" um die Füllung legt.

Allen Silikatzementen wird eine Pulpaschädigung zugesprochen, wenn sie ohne besondere Schutzmaßnahmen für den Zahn appliziert werden. Diese schädigende Wirkung wird durch die in der Silikatzement-Flüssigkeit enthaltene Phosphorsäure hervorgerufen, die in das Dentin eindringt und pathologische Veränderungen an der Pulpa setzt. Zum Schutze der Pulpa haben sich

am besten Unterfüllungen mit Phosphatzement bewährt, obwohl wie die Untersuchungen von P a n t k e , L e h m a n n und G r a u l ergaben, die Phosphatzementunterfüllungen das Eindringen von Phosphorsäure nicht ganz verhindern können.

3. Die Kunststofffüllungen

a) Die Füllungen mit Autopolymerisaten

Über die Möglichkeit, schnellhärtenden Kunststoff in der Kariestherapie zu verwenden, berichtet A. D e p p e zum ersten Mal 1942, jedoch dauerte es bis zum Jahre 1949, ehe in Deutschland das erste Präparat dieser Art auf den Markt kam.

Nach A. S c h r o e d e r bedeutet "Schnellhärtung" die Umwandlung von monomeren Verbindungen in polymere ohne Wärmezufuhr und ohne großen Zeitaufwand. Schnellhärtende Kunststoffe erlauben es also, den Kunststoff in der Mundhöhle zu verarbeiten, ohne sich der Hilfsmittel des Laboratoriums zu bedienen.

Die anfängliche Begeisterung der Zahnärzte für diese völlig neuartigen Füllungsmaterialien auf Methacrylsäure-Basis legte sich aber, als die Mängel dieser Füllungsart bekannt wurden.

Es herrscht bei allen Autoren Einmütigkeit darüber, daß durch den Methacrylsäuremethylester, der auf Grund seiner Lipoidlöslichkeit und Grenzflächenaktivität sehr gut durch das Dentin dringt, irreversible Schädigungen an der Pulpa auftreten können. Es entstehen Gefäßerweiterungen, Stasen, Diapedeseblutungen und Infiltrate, die bei längerer Liegedauer der Füllung zur völligen Nekrose der Pulpa führen. Bei Füllungen dieser Art sind also unbedingt geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Am besten bewährt haben sich wiederum Unterfüllungen mit Phosphatzement, die aber nach S p r e t e r von K r e u d e n s t e i n beim Einbringen des Kunststoffes noch nicht ausgetrocknet sein dürfen.

Aber trotz dieser Maßnahmen, die noch mit einer Touchierung der Kavität mit GOTTLIEBSCHER Lösung kombiniert werden können,

lassen sich Pulpaschädigungen, vor allem bei Jugendlichen, bei denen weite Dentinkanälchen vorliegen, nicht mit absoluter Sicherheit vermeiden.

Der monomere Methacrylsäure-Methylester soll nach Spreter von Kreudenstein für die von ihm beobachteten Veränderungen an der epithelialen Deckschicht der Mundschleimhaut verantwortlich sein.

Bei den Autopolymerisaten auf Methacrylsäurebasis ist ferner der Randschluß unbefriedigend. Es gelingt zwar, wie Pantke betont, durch Überschuß, Druckmatrizen, Kavitäten-Adhäsiva sowie durch die sogenannte Pinseltechnik nach Nealon die Polymerisationskontraktion mehr oder weniger zu kompensieren, der von Nelson, Wolcott und Pfaffenberger erstmalig beschriebene, allen schnellhärtenden Methacrylaten eigentümliche große thermische Expansionskoeffizient kann durch diese Maßnahmen aber nicht eliminiert werden.

Der aus der unterschiedlichen Kontraktion bzw. Expansion von Füllung und Zahnhartgewebe resultierende sogenannte Pumpeffekt (Spreter von Kreudenstein) bewirkt nicht nur Verfärbungen am Kavitätenrand, sondern auch, wie Pantke nach Entfernung zahlreicher alter, vor allem voluminöser Kunststofffüllungen immer wieder feststellen konnte, kariöse Erweichungen der Kavitätenwände und selbst des Kavitätenbodens. Auch bei unseren klinischen Untersuchungen stellten wir einen relativ hohen Prozentsatz an Sekundärkaries bei diesem Füllungsmaterial fest. Erweichungserscheinungen der Füllung durch chemische und physikalische Belastung innerhalb der Mundhöhle beschreiben Schroeder, C. H. Fischer und Spreng, die besonders die mangelhafte Resistenz gegenüber manchen Medikamenten (CHLOROFORM, ALKOHOL, CHROMSÄURE) erwähnen.

Die Haftintensität der Autopolymerisate ist, wie C. H. Fischer beweisen konnte, völlig ausreichend.

Bei den ersten Autopolymerisaten auf Methacrylsäurebasis traten nach kurzer Zeit sehr starke Verfärbungen auf, die bei den

neueren Präparaten durch Verbesserung des Katalysatorensystems weitgehend herabgesetzt werden konnten. Diese Verfärbungen lassen sich nach S p r e t e r von K r e u d e n s t e i n auf zwei Ursachen zurückführen:

1. Die endogene Verfärbung,

d.h. eine Verfärbung, die durch Veränderungen von Bestandteilen im Polymerisat selbst entsteht.

2. Die exogene Verfärbung,

d.h. eine Verfärbung, die durch von außen an die Füllung herangebrachte Stoffe verursacht wird.

Der exogenen Verfärbung muß besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, da sie nicht selten durch unsachgemäße Handhabung der Füllungsmaterialien hervorgerufen wird. S p r e t e r von K r e u d e n s t e i n gibt als Ursache der exogenen Verfärbung folgende Möglichkeiten an:

- a.) Die Beimischungsverfärbung, die durch organische Substanzen wie Blut, Sekret, Schweiß oder durch Beimengen von Medikamenten (Eugenol, Injektionslösungen usw.) in den noch plastischen Kunststoffteig auftritt.
- b.) Die Infiltrationsverfärbung, die durch mehr oder weniger schnelles Eindringen von kunststofffremden Substanzen in das Polymerisat nach der Erhärtung der Füllung gekennzeichnet ist.

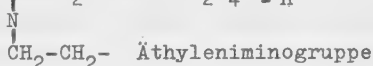
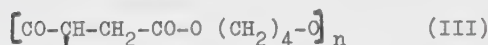
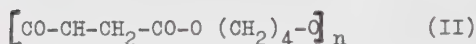
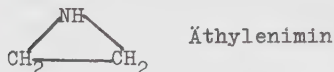
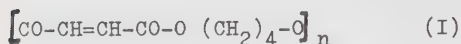
Die Infiltrationsverfärbung wird vor allem dann auftreten, wenn Lufteinschlüsse, die bei der Nachbehandlung freigelegt wurden, vorhanden sind, oder wenn eine schlechte Politur der Füllung vorgenommen wurde.

Im Bestreben, einen schnellhärtenden Kunststoff herzustellen, der die aufgezeigten Nachteile der Methacrylate nicht besitzt, wurde von der Fa. E s p e der Füllungswerkstoff CADURIT entwickelt.

Dem Füllungsmaterial CADURIT dienen als Grundlage ungesättigte Polyester z.B. aus Maleinsäure und Butandiol. Durch Anlagerung von Äthyliminen an die Doppelbindung erhält man die gewünschten Polyester mit seitständigen Äthyleniminogruppen,

die sich leicht mit sauren Katalysatorensystemen, z.B. Ärylsulfonsäure, vernetzend polymerisieren lassen.

P a n t k e stellt sich den chemischen Ablauf wie folgt vor:



Nach den Angaben der Herstellerfirma soll der schnellhärtende Kunststoff CADURIT für alle Füllungsarten im Frontzahn- und Molarengebiet geeignet sein. Es stellte sich jedoch sehr bald heraus, daß auf Grund der geringen Abriebfestigkeit nach zwölfmonatiger Beanspruchung ausgeprägte Korrosions- bzw. Abrasionserscheinungen auftraten, wie S t r i c k l i n g zeigen konnte, die eine Versorgung von mehrflächigen Kavitäten im Praemolaren- und Molarengebiet mit CADURIT nicht zulassen. Damit ist ganz allgemein das Indikationsgebiet für diese Kunststofffüllungen auf den Frontzahnbereich beschränkt.

Auch bei diesem Füllungsmaterial rührte die anfängliche Begeisterung neben dem besseren Randschluß und der Pulpaverträglichkeit von dem ausgezeichneten kosmetischen Erfolg, der unmittelbar nach dem Legen der Füllung vorhanden ist, her.

Die ersten Handelspräparate ließen aber schon nach relativ kurzer Zeit starke Verfärbungen erkennen. Bei dem verbesserten Präparat P-CADURIT sollen Verfärbungen nicht mehr vorkommen.

Wir prüften diese Feststellung und haben bei unseren Untersuchungen ebenso wie bei den Silikatzementfüllungen der Infiltrationsverfärbung unser Hauptaugenmerk geschenkt. Darüber hinaus wollten wir feststellen, ob eine Unterfüllung Einflüsse auf die Farbbeständigkeit der Füllung mit P-CADURIT hat. Bei den Methacrylaten ist nämlich eine Beeinflussung der Farbe durch bestimmte Unterfüllungsmaterialien beschrieben worden.

1. Versuchsreihe

An extrahierten menschlichen Frontzähnen wurden jeweils zwei übereinanderliegende Zahnhalskavitäten präpariert.

In Versuchsreihe A legten wir jeweils in die cervikale Kavität eine Unterfüllung mit Kupferzement (DE TREY), während die incisal gelegene Kavität ohne Unterfüllung blieb.

Danach bereiteten wir P-CADURIT nach Anweisung der Herstellerfirma mittels der Dosierschablone zu, füllten die Kavität mit dem Füllungsmaterial ab und drückten die Füllung mit dem CADURIT-STREIFEN bis zur vollständigen Erhärtung an. Nach der Erhärtung brachten wir die Zähne sofort in menschlichen Speichel.

In Versuchsreihe B versahen wir menschliche Frontzähne in genau derselben Weise wie in Versuchsreihe A mit Zahnhalskavitäten, legten in jeweils eine Kavität eine Unterfüllung mit Zinkoxyd + Nelkenöl, während die zweite Kavität ohne Unterfüllung blieb. Beide Kavitäten wurden ebenfalls mit P-CADURIT nach Anweisung abgefüllt und nach der Erhärtung etwa eine Stunde in menschlichen Speichel gelegt.

Danach entfernten wir bei beiden Versuchsreihen die Preßfahnen in der gleichen, nachfolgend beschriebenen Weise:

Wir ließen einen kugelförmigen Finierer vom äußersten Rand der Füllung zum Zahn hinrotieren. Hierdurch konnten wir den Füllungsüberschuß ohne Schwierigkeiten beseitigen.

Es fiel jedoch sofort auf, daß der zahnähnliche Glanz, den die Füllung nach der Erhärtung aufwies, einer rauen Oberfläche gewichen war.

Die Zähne beider Versuchsreihen wurden nun den Flüssigkeiten

Chromsäure, Coca-Cola, Kaffee, Tabaklauge, Tee sowie Kirschsaft ausgesetzt. Vierzehn Tage lang kontrollierten wir die farblichen Veränderungen. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 4 und 5 zusammengefaßt. Sie lassen erkennen, daß auch beim P-CADURIT eine Verfärbung durch äußere Einflüsse (Infiltrationsverfärbung) nach der Erhärtung der Füllung nicht zu vermeiden ist.

Weiter läßt sich daraus ersehen, daß sich die bearbeitete Füllung, in unserem Falle der Füllungsrand, stärker verfärbt als die unbearbeitete Füllung.

Die verstärkte Verfärbung am Füllungsrand läßt sich darauf zurückführen, daß sich selbst bei äußerst vorsichtigem Anmischen des Autopolymerisates Lufteinschlüsse nicht vermeiden lassen, die bei der Bearbeitung freigelegt werden.

Es ist zwar möglich, durch Anwendung von Druck bei der Erhärtung der Füllung diese Porenbildung zu verringern, zu vermeiden ist sie jedoch nicht. Es sind also Poren vorhanden, die naturgemäß gute Retentionsmöglichkeiten für Farbstoffpartikel abgeben (Abb. 2).

Ferner sehen wir, daß die Verfärbung des Autopolymerisates durch Kaffee, Tee und Fruchtsaft, Stoffe also, die täglich in verhältnismäßig großer Menge die Mundhöhle passieren, besonders intensiv sind. Die stärksten Verfärbungen bemerkten wir bei Kaffee und Tee.

Die heftige Reaktion der Füllungen mit P-CADURIT auf Chromsäure macht deutlich, daß der Zahnarzt mit solchen Stoffen, die zur Behandlung der Gingivitiden verwandt werden, äußerst vorsichtig sein muß.

Die Tabellen 4 und 5 zeigen ferner, daß Unterfüllungen mit Kupferzement bzw. Zinkoxyd + Nelkenöl keinen Einfluß auf die Verfärbungstendenz einer Kunststofffüllung auf Polyesterbasis nehmen.

Versuchsreihe A

Tage

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

CHROMSÄURE	Cu-Zem.	Bearb. Rd.	+	+	+	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	U-Fllg.	Unb. Flig.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	ohne	Bearb. Rd.	+	+	+	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
COCA-COLA	U-Fllg.	Unb. Flig.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Cu-Zem.	Bearb. Rd.	---	---	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	U-Fllg.	Unb. Flig.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
KAFFEE	ohne	Bearb. Rd.	---	---	---	+	+	++	++	++	++	++	++	++
	U-Fllg.	Unb. Flig.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Cu-Zem.	Bearb. Rd.	---	---	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+
KIRSCHSAFT	U-Fllg.	Unb. Flig.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	ohne	Bearb. Rd.	---	---	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	U-Fllg.	Unb. Flig.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TABAKLAUGE	Cu-Zem.	Bearb. Rd.	---	---	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	U-Fllg.	Unb. Flig.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	ohne	Bearb. Rd.	---	---	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TEE	U-Fllg.	Unb. Flig.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Cu-Zem.	Bearb. Rd.	---	---	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	U-Fllg.	Unb. Flig.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 4: Farbveränderungen bei Füllungen mit P-CADURIT durch äußere Einflüsse

Zeichenerklärung + = Leichte Verfärbung
 ++ = Stärkere Verfärbung (nicht mehr zum Zahn passend)
 +++ = Starke Verfärbung (unansehnlich)

Versuchsreihe B

		Tage													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CHROMSÄURE	ZnO+N	Bearb. Rd.	+	+	+	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	U-Flüg.	Un5. Flüg.	+	+	++	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	ohne	Bearb. Rd.	+	+	++	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	U-Flüg.	Un5. Flüg.	+	+	++	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
COCA-COLA	ZnO+N	Bearb. Rd.			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	U-Flüg.	Un5. Flüg.													
	ohne	Bearb. Rd.				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	U-Flüg.	Un5. Flüg.													
KAFFEE	ZnO+N	Bearb. Rd.		+	+	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++
	U-Flüg.	Un5. Flüg.						+	+	+	+	+	+	+	+
	ohne	Bearb. Rd.		+	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++
	U-Flüg.	Un5. Flüg.						+	+	+	+	+	+	+	+
KIRSCHSAFT	ZnO+N	Bearb. Rd.			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	U-Flüg.	Un5. Flüg.													
	ohne	Bearb. Rd.						+	+	+	+	+	+	+	+
	U-Flüg.	Un5. Flüg.													
TABAKLAUGE	ZnO+N	Bearb. Rd.				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	U-Flüg.	Un5. Flüg.													
	ohne	Bearb. Rd.						+	+	+	+	+	+	+	+
	U-Flüg.	Un5. Flüg.													
TEE	ZnO+N	Bearb. Rd.		+	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++
	U-Flüg.	Un5. Flüg.													
	ohne	Bearb. Rd.		+	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++
	U-Flüg.	Un5. Flüg.													

Tabelle 5: Farbveränderungen bei Füllungen mit P-CADURIT durch äußere Einflüsse

Zeichenerklärung + = Leichte Verfärbung
 ++ = Stärkere Verfärbung (nicht mehr zum Zahn passend)
 +++ = Starke Verfärbung (unansehnlich)

2. Versuchsreihe

Da, wie schon erwähnt wurde, die Randkorrektur einer Füllung mit schnellhärtendem Kunststoff wohl stets notwendig ist und, wie Versuchsreihe 1 ergab, starke Verfärbungen auftreten, wenn diese Randkorrektur nur mit dem Finierer durchgeführt wird, untersuchten wir, ob die Verfärbungstendenz sich durch verschiedene Politurmethoden herabsetzen läßt.

An extrahierten Frontzähnen wurden Zahnhalskavitäten großen Ausmaßes präpariert. Die Kavitäten füllten wir nach Vorschrift mit P-CADURIT und bearbeiteten sie, nachdem sie 24 Stunden in menschlichem Speichel aufbewahrt worden waren, nach drei verschiedenen Methoden und mit verschiedenen Mitteln. Die drei von verschiedenen Autoren angegebenen und von E i f f i n g e r zusammengestellten Methoden sind in den Tabellen 6 - 8 aufgeführt:

(Dabei gingen wir so vor, daß die eine Hälfte der Füllung bearbeitet wurde, während die zweite Hälfte unberührt blieb.)

Tabelle 6

Bearbeitungsmethode 1

nach H e s s , F e i l e r und C. H. F i s c h e r

Arbeitsgänge	Schleif-u. Polierinstrumente	Schleif- und Polierpasten
Konturierung der Füllung	Zellophanstreifen oder Stahlbandmatrize	
Beschleifen überstehender Füllungsteile	Rosenbohrer und Finierer	
Einebnung des Polymerisates	Sandpapierscheiben	Vaseline
Glättung der Füllung	Filzkegel (feucht)	
Hochglanz	Weiche Wollhaarbürste	Schlammkreide

Tabelle 7
Bearbeitungsmethode 2
nach O t t o

Arbeitsgänge	Schleif- und Polierinstrumente	Schleif- und Polierpasten
Konturierung der Füllung	Zellophanstreifen	
Beschleifen über= stehender Fül= lungsteile	Rosen-oder Fissuren= bohrer bei hoher Tourenzahl und ge= ringem Druck	
Einebnung des Autopolymerisates	Feuchter Karborundum= stein bei niedriger Tourenzahl ohne Druck	
Glättung der Fül= lung	Weicher, feuchter Gummipolierer	
Hochglanz	Weiche Bürste	Schlämmkreide

Tabelle 8
Bearbeitungsmethode 3
nach E i f f i n g e r

Arbeitsgänge	Schleif- und Polierinstrumente	Schleif- und Polierpasten
Konturierung der Füllung	Zellophanstreifen oder Stahlband= matrizen	
Beschleifen über= stehender Fül= lungsteile	Rosenbohrer und Finierer	
Einebnung des Autopolymerisates	Feine Finierer, im Approximalraum ge= fettete Leinenpo= lierstreifen	
Glättung der Füllung	Filzkegel und Filzscheiben	Schleifwachs
Hochglanz	trockener Woll= schwabbel	Hochglanzwachs

Unsere Untersuchungen ergaben, daß mit keiner dieser Bearbeitungsmethoden der zu Anfang vorhandene, zahnähnliche Glanz der Füllung wieder erreicht werden kann. Die in Versuchsreihe 1 beschriebenen Poren, Rillen und Rauigkeiten, die durch den Finiervorgang entstanden waren, konnten durch die Politurvorgänge zwar vermindert werden, sie ließen sich jedoch schon makroskopisch, besonders aber mikroskopisch nachweisen (Abb. 2)

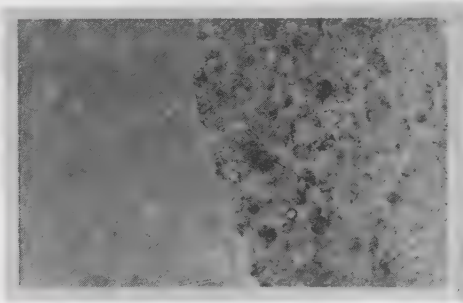


Abb. 2. Mit Hilfe der Ultropak-Einrichtung (L e i t z , Wetzlar) hergestelltes Mikrophoto einer Caduritifüllung. Die rechte Bildhälfte zeigt die bearbeitete Füllung; links im Bild ist die unbearbeitete Füllungsoberfläche zu sehen.

Die besten Ergebnisse erzielten wir mit der von E i f f i n = g e r angegebenen Bearbeitungsmethode (Tabelle 8), während die beiden anderen Möglichkeiten in etwa gleiche, weniger günstige Ergebnisse zeigten.

Die nach den drei Bearbeitungsmethoden polierten Füllungen setzten wir nun Kaffee und schwarzem Tee aus, die wie Versuchsreihe 1 zeigte, die auffallendsten Verfärbungen ergaben. Wir behandelten und kontrollierten sie genau wie die Füllungen der Versuchsreihe 1, um zu sehen, ob unterschiedliche Verfärbungstendenzen bei den verschiedenen Arbeitsmethoden bestehen.

Tage

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Bearbeitungsmeth. 1	Flg. 1				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+++
	Flg. 2				+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
	Flg. 3				+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
Bearbeitungsmeth. 2	Flg. 1		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
	Flg. 2				+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
	Flg. 3				+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
Bearbeitungsmeth. 3	Flg. 1						+	+	+	+	+	+	+	++
	Flg. 2				+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
	Flg. 3					+	+	+	+	+	+	+	+	++

Tabelle 9: Durch Kaffee hervorgerufene Verfärbungsergebnisse der nach drei verschiedenen

Methoden behandelten Füllungen

Bearbeitungsmeth. 1	Flg. 1			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
	Flg. 2			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
	Flg. 3				+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
Bearbeitungsmeth. 2	Flg. 1			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
	Flg. 2				+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
	Flg. 3				+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
Bearbeitungsmeth. 3	Flg. 1				+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
	Flg. 2				+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
	Flg. 3			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++

Tabelle 10: Durch Tee hervorgerufene Verfärbungsergebnisse der nach drei verschiedenen

Methoden behandelten Füllungen

Zeichenerklärung:

+ = Leichte Verfärbung (noch zum Zahn passend)

++ = Stärkere Verfärbung (nicht mehr zum Zahn passend)

+++ = Starke Verfärbung (unansehnlich)

Die Versuchsreihe 2 (Tabelle 9 und 10) läßt erkennen, daß die Verfärbungstendenz einer Füllung mit Autopolymerisaten auf Polyesterbasis selbst durch exakte Bearbeitung nach der Erhärtung nicht verhindert werden kann, denn das Ergebnis der nicht bearbeiteten Füllung wurde von keiner Bearbeitungsmethode erreicht.

Der Zahnarzt ist jedoch in der Lage, wie der Vergleich der Tabellen 4 bzw. 5 mit den Tabellen 9 bzw. 10 zeigt, die besonders starke Verfärbungstendenz am korrigierten Füllungsrand durch eine gewissenhafte Politur dieses Gebietes zu verringern und damit den kosmetischen Erfolg zu verlängern.

Die Tabellen 9 und 10 ergeben, daß eine nach der von E i f i n g e r angegebenen Methode bearbeitete Kunststofffüllung einer exogenen Verfärbung am längsten standhält. Bei den nach dieser Methode polierten Füllungen traten die ersten Verfärbungserscheinungen durch Kaffee nach sechs bis sieben Tagen auf, bei Tee nach fünf bis sechs Tagen. Eine stärkere Farbveränderung machte sich jedoch sowohl bei Kaffee als auch bei Tee erst nach zehn bis elf Tagen bemerkbar. Bei den beiden anderen Bearbeitungsmöglichkeiten traten die Verfärbungen durchschnittlich ein bis zwei Tage früher auf.

Im Gegensatz dazu beobachteten wir an Füllungen, die nur mit dem Finierer am Rand korrigiert waren, erste Verfärbungen bereits nach drei Tagen. Auch ihre Intensität war ungleich größer.

Es dürfte auch erwiesen sein, daß als Hauptretentionsmöglichkeiten für Farbstoffpartikel die schon erwähnten freigelegten Poren im Autopolymerisat und die von den Politurinstrumenten zurückgelassenen Rauigkeiten in Frage kommen, denn die Füllungen mit der besten Oberflächenbeschaffenheit, das heißt die nicht bearbeiteten, hielten einer exogenen Verfärbung am längsten stand.

Neben den beschriebenen und experimentell nachgewiesenen Verfärbungen sind bei dem ersten Handelspräparat des CADURIT ausgeprägte Erweichungserscheinungen, die von der Liegedauer

abhängig waren, beobachtet worden. Diese konnten bei dem verbesserten Material P-CADURIT erheblich reduziert werden. Wie schon zuvor ausgeführt wurde, ist die Abriebfestigkeit dieses Kunststoffes sehr gering, so daß seine Indikation auf das Frontzahnggebiet beschränkt werden muß.

Voraussetzung für die Eignung eines jeden Materials zur Füllungstherapie ist eine Unschädlichkeit gegenüber der Pulpa und dem marginalen Parodontium. Beides ist bei der Zahnhalskavität besonders zu beachten, da die Füllung am Zahnhals in unmittelbarer Nähe von beiden liegt. Die chemischen Schädigungen der Pulpa durch den Polyester P-CADURIT werden unterschiedlich beurteilt. Während B i n g e r , G ü l z o w und andere auf Grund ihrer klinischen und histologischen Untersuchungen zu dem Schluß kommen, daß dieser Kunststoff keine Schäden an der Pulpa setzt, konnte L a n g e l a n d , nachdem er dieses Autopolymerisat ohne geeignete Schutzmaßnahmen applizierte, pathologische Veränderungen an der Pulpa nachweisen. Eine Unterfüllung ist daher anzuraten.

Die Pulpa kann nicht nur durch chemische, sondern auch durch thermische Einflüsse geschädigt werden. E b e r t konnte jedoch nachweisen, daß bei dem Abbindevorgang von P-CADURIT die Ausgangstemperatur nur um maximal $0,9^{\circ}$ Celsius überschritten wird, so daß der Pulpa hierdurch kein Schaden zugefügt werden dürfte.

Über die Wirkung des P-CADURIT auf das marginale Parodontium berichtet P a n t k e . Er konnte keine Reizung des marginalen Parodontiums durch das Autopolymerisat auf Polyesterbasis feststellen, obwohl in der Literatur Hautaffektionen nach dem Abstreifen von P-CADURIT-Resten mit dem Finger beschrieben wurden. Er erklärt diese Diskrepanz damit, daß nur in dem noch nicht vollständig auspolymerisierten Material freie, toxisch wirkende Äthylenaminogruppen vorhanden sind.

Die Polyester besitzen einen relativ niedrigen Expansionskoeffizienten, auch die Abbindekontraktion ist gering. Sie wird durch die Hydratation, welche auf die hydrophilen Amino-

gruppen zurückzuführen ist, vollständig kompensiert. Daraus resultiert der gute Randschluß, der von P a n t k e und anderen klinisch und experimentell nachgewiesen wurde.

K r ö n c k e und M o o g erwähnen, daß die Kunststoff= füllung sofort randdicht ist oder zumindest durch Wasserauf= nahme und Quellung nach einigen Tagen randdicht wird.

Der Randschluß wird auch durch Temperaturschwankungen, wie sie im Munde auftreten, nicht beeinflußt.

b. Die Kunststoffeinlagefüllung

Schon vor den Autopolymerisaten fanden die Methacrylate in Form der sogenannten Warmpolymerisate in der Zahnheilkunde, vorzugsweise in der Prothetik, aber auch in der Zahnerhaltungskunde als Kunststoffeinlagefüllungen, Verwendung.

Wegen ihrer guten kosmetischen Wirkung, besonders aber, weil der Pulpa durch diese Füllungen keine Schädigung in chemischer und thermischer Hinsicht droht, werden sie auch heute noch hergestellt.

Der schon erwähnte kosmetische Erfolg bleibt bei den Kunst= stoffeinlagefüllungen länger erhalten als bei den Autopolyme= risaten auf Methacrylsäurebasis, da sie weniger zur Verfärbung im Munde neigen. Sie eignen sich besonders für Zahnhalskavitä= ten, weil sie, wie H a r n d t angibt, in ihrem reizlosen Verhalten dem Zahnfleisch gegenüber an die Porzellaneinlage= füllungen heranreichen.

Zur Aufnahme von Kunststoffeinlagefüllungen müssen die Kavitä= ten eine gewisse Größe aufweisen, da bei kleinen Kavitäten der Abdruck häufig ungenau, das Ausarbeiten und Polieren sowie das Einsetzen der fertigen Füllung erschwert werden. Bei der Prä= paration muß darauf geachtet werden, daß die Kavität eine Kastenform besitzt und das Abschrägen des Kavitätenrandes vermieden wird. Die auf Hochglanz polierte Einlagefüllung wird mit Phosphatzement eingesetzt. Von der Verwendung von Auto=

polymerisaten anstelle des Phosphatzementes ist dringend abzuraten, da hierdurch logischerweise eine Schädigung der Pulpa heraufbeschworen wird.

Der entstehende Zementspalt bildet die Schwäche der Kunststoffeinlagefüllung, da er nicht nur Retentionsmöglichkeiten für Farbstoffpartikel bildet, sondern für die Sekundärkariesentstehung prädestiniert ist. R i e d e l hat bei M-O-D-Einlagefüllungen aus Kunststoff eine durchschnittliche Spaltbreite von $36,4 \mu$ ermittelt. Von einem Herüberziehen des Kunststoffes über den Zementspalt mittels eines heißen Instrumentes, wie es in der Praxis hin und wieder geübt wird, ist abzuraten. Hierdurch wird zum einen die Füllung unansehnlich und zum anderen werden neue Retentionsmöglichkeiten für Farbstoffe sowie gärungsfähiges Substrat geschaffen. Die Möglichkeit einer sekundären Randkaries wird also nicht etwa vermindert, sondern in vielen Fällen sicherlich noch vergrößert.

4. Die Porzellaneinlagefüllung

Obwohl die Kenntnis der Keramik und der Porzellane bis etwa vor 4000 Jahren (Chinesischer Porzellanturm) reicht, fand das keramische Material erst im 18. Jahrhundert das Interesse zur Herstellung von Zahnersatz. In der konservierenden Zahnheilkunde erlangte das Porzellan Bedeutung, als J e n k i n s 1889 mit seinem "Porcelain Enamel" an die Öffentlichkeit trat.

Nach I l g dienen dem Porzellan als Grundsubstanzen:

Kaolin: Stellt als ein Verwitterungsprodukt des Feldspates ein wasserhaltiges Tonerdensilikat dar. Hauptbestandteil ist das Aluminiumhydrosilikat ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Es verleiht der Porzellanmasse durch seinen hohen Schmelzpunkt (1750°C) ihre "Standfestigkeit", wodurch gesichert ist, daß keine Formveränderungen auftreten.

Feldspat: Dient als Festigungsmittel des gebrannten Stückes durch sein glasartiges Schmelzen. Durch die Einwirkung von Feldspat auf Kaolin entstehen neue Kristalle: Müllit ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), früher für Silliamit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$) gehalten. Seines niedrigen Schmelzpunktes (1250°C) wegen dient er als sog. Flußmittel.

Quarz: (SiO_2 , Kieselsäure) Dient als Magerungsmittel. Er trägt wesentlich zur Härte des Brenngutes bei. Der Schmelzpunkt des Quarzes beträgt 1710°C .

Ferner enthält die Porzellanmasse geringe Zusätze an Dextrin, Stärke und Zucker.

I l g schreibt: "Je höher schmelzend ein Porzellan ist, umso mehr Kaolin und umso weniger Flußmittel (Feldspat und chemisches Flußmittel) enthält es. Ein niedrig schmelzendes Porzellan wird dagegen verhältnismäßig wenig Kaolin, dafür umso mehr Flußmittel enthalten, während sein Gehalt an Quarz nur um ein wenig gestiegen ist.

Ein hochschmelzendes Zahnporzellan setzt sich z.B. zusammen aus:

Kaolin	2-5 Teile
Quarz	35 Teile
Flußmittel	65-68 Teile

wobei unter 'Flußmittel' Feldspat mit Zusatz von Natriumkarbonat, Bleioxyd, Borax usw. zu verstehen ist. Beim hochschmelzenden Zahnporzellan hat das Kaolin, das ja nur 2-5 Teile ausmacht, lediglich die Aufgabe einer opaken Füllmasse, die die Durchsichtigkeit des Materials herabsetzt."

Die Porzellane verdanken ihren Erfolg ihrer zahnähnlichen Farbe, Transparenz, Glätte und chemischen Resistenz, wodurch sie absolut mundbeständig sind.

Ihre Temperaturleitfähigkeit ist äußerst gering, so daß Schädigung der Pulpa in dieser Hinsicht nicht zu erwarten ist. Auch droht der Pulpa keine Schädigung auf chemischer Basis, da die Füllung als erhärteter Porzellankörper eingesetzt wird.

Die gebrannten Porzellane gehören der Nummer 7 der Härteskala nach M o o s an. Sie sind daher allen mechanischen Einwirkungen, die im Zahnhalsgebiet auf das Inlay einwirken, gewachsen.

Ihre große Sprödigkeit bringt es jedoch mit sich, daß Füllungs-ränder leicht absplintern bzw. schartig werden. Ferner ist eine Beanspruchung auf Biegung nicht möglich, die in dem zu besprechenden Anwendungsbereich auch nicht auftritt.

Die Porzellaneinlagefüllung besitzt eine sehr glatte Oberfläche, außerdem ist sie, wie zuvor gesagt, gegenüber Korrosions- und Löslichkeiterscheinungen sehr widerstandsfähig. Auf Grund dieser Tatsache ist diese Füllungsart für das marginale Parodontium besonders geeignet, da eine Reizung ausbleibt.

W a n n e n m a c h e r schreibt: "... kommt für die Füllung marginaler Kavitäten an labialen oder lingualen Flächen meines Erachtens heute nur noch das Porzellan in Betracht, da auch seine Verarbeitung außerordentlich vereinfacht ist; die Domäne dieses Füllungswerkstoffes liegt in diesem Gebiet."

Der kosmetische Erfolg eines eingesetzten Porzellaninlays ist zu Anfang unbestritten. Bei exakter Präparation, Farbgebung

und genauer Laborarbeit ist die Füllung nicht mehr vom Zahn zu unterscheiden. Zumeist kommt es aber, wie auch unsere klinischen Untersuchungen zeigten, schon nach relativ kurzer Zeit zur Bildung einer dunklen Verfärbung am Füllungsrand, die einmal auf Einlagerung von Farbstoffen in den der Befestigung der Porzellaneinlagefüllung dienenden Phosphatzement beruhen kann, zum anderen nicht selten schon eine beginnende Randkaries darstellt.

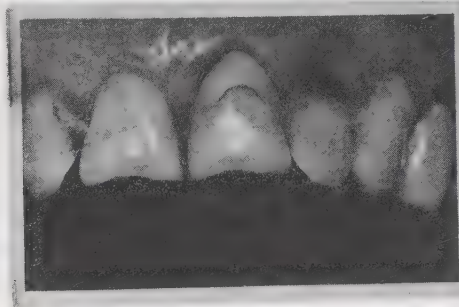


Abb. 3:

Eine sechs Monate alte Porzellaneinlagefüllung mit dunkler Randverfärbung am linken oberen mittleren Schneidezahn.

Für die Bildung der dunklen Randverfärbung sind die nachfolgenden Faktoren verantwortlich zu machen:

Erstens eine unsachgemäße Präparation, die vorliegt, wenn der Kavitätenrand abgeschrägt wird. Der Füllungsrand läuft dann fein aus, bricht, durch die Sprödigkeit des Materials bedingt, ab, bzw. wird schartig, wodurch Retentionsmöglichkeiten für Farbstoffpartikel geschaffen werden.

Zum zweiten besteht die Möglichkeit, daß der Kavitätenrand, der, wie zuvor gesagt wurde, nicht abgeschrägt sein darf, im Schmelzbereich abbröckelt. Im Zahnhalsgebiet, besonders im cervikalen Anteil einer Kavität darf diese Gefahr nicht unterschätzt werden, da der Schmelz hier zumeist schlecht strukturiert ist.

Ferner kann beim unsachgemäßen Brennen des Inlays ein Feder- rand entstehen, der schon beim Einpassen des Inlays absplittet, wodurch wiederum Retentionsmöglichkeiten geschaffen werden.

Der Hauptgrund für die Entstehung der braunen Randverfärbung ist bei Porzellaneinlagefüllungen in Schrumpfungsvorgängen beim Brennen zu suchen. Diese Schrumpfung bringt es mit sich, daß der Porzellanblock nicht mehr unmittelbar der Kavitätenwand anliegt, sondern ein Spalt zwischen beiden entsteht.

I l g unterscheidet zwei Phasen der Schrumpfung:

1. Phase: Die Trockenschrumpfung: Hierunter verstehen wir den Volumenverlust, den das fertig modellierte Brenngut während der Austrocknung erfährt, bevor es in den Ofen gegeben wird.
2. Phase: Die Brandschrumpfung: Das ist die Volumenverringering, die während des Brandes eintritt. Zu ihr kommt es einmal dadurch, daß Zusätze zur Porzellanmasse, wie Dextrin, Stärke, Zucker usw. schon bei niederen Temperaturen ausbrennen und zum anderen, daß die um einzelne Partikelchen vorhandenen Hohlräume durch deren Zusammenschmelzen verringert werden.

Es besteht nicht die Möglichkeit, diesen Spalt wie bei der Gußfüllung durch "Anfinieren" zu kompensieren, da dem Porzellan jede Duktilität fehlt. Der Spalt wird zwar beim Einsetzen mit Zement ausgefüllt, der Zement wäscht sich aber, wie klinische Untersuchungen immer wieder zeigen, im Laufe der Zeit aus.

Wir haben diesen zwischen der Porzellaneinlagefüllung und der Kavitätenwand entstehenden Zementspalt an Zahnhalskavitäten wie folgt untersucht:

An menschlichen Frontzähnen präparierten wir Zahnhalskavitäten für Porzellaneinlagefüllungen. Von der mit menschlichem Speichel isolierten Kavität nahmen wir mit weißen PREPON-WACHS, nachdem dieses durch Erhitzen plastisch geworden war, einen direkten Abdruck. Nach der Abdrucknahme erfolgte die Herstellung des Modelles mit NEO-BRILLAT (Dental-Chemie SCHREPFER). Hierbei kam das Einrüttelverfahren zur Anwendung, das besonders kantenfeste Modelle ergibt. Nach dem Entfernen des Wachses bzw. vor dem Einbringen der Porzellanmasse wurde das Modell mit einigen Tropfen Alkohol gut durchfeuchtet. Der Aufbau

des Inlays geschah mit der leichtschmelzenden Porzellanmasse VITALUMIN (der Firma VITA) (Schmelzpunkt 980°C). Wir füllten zunächst nur das Zentrum der Kavität aus und erhielten nach dem ersten Biskuitbrand, der bei 950°C erfolgte, einen zentral gelegenen Kern. Nach diesem Brand wurde das Inlay weiter aufgebaut und in vier Bränden fertiggestellt, wobei drei Brände Biskuitbrände waren, der vierte ein Glasbrand bei 980°C . Nach langsamer Abkühlung wurde das Inlay unter Wasser ausgebettet und mit einer Bürste gereinigt.

Die Porzellaninlays setzten wir mit FIXODONT (De Trey) ein. Von den mit Porzellaneinlagefüllungen versehenen Zähnen stellten wir mit feinen Diamentscheiben von mesial nach distal in drei verschiedenen Ebenen (Abb. 5) Schliffe her und brachten sie unter einem Auflichtmikroskop zur Darstellung. Den Zementspalt haben wir in diesen drei verschiedenen Ebenen an vier Stellen, die auf Abb. 6 mit a, b, c und d bezeichnet sind, unter dem Auflichtmikroskop gemessen.

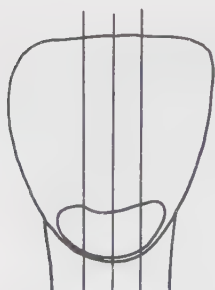


Abb. 5. Von mesial nach distal gelegte Schliffebenen.

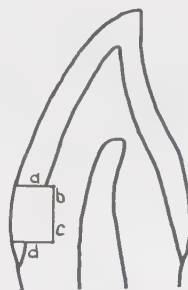


Abb. 6. Meßpunkte zur Ermittlung der Breite des Zementspaltes.

Aus Tabelle 9 ist zu entnehmen, daß trotz idealer Arbeitsbedingungen (Zähne außerhalb der Mundhöhle präpariert, Eingliedern ohne Schwierigkeiten) eine relativ große Spaltbreite nicht zu vermeiden ist.

	Zahn I			Zahn II			Zahn III		
	Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ		
Schliff	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
a	33	42	50	33	52	55	44	33	44
b	45	43	46	33	44	52	66	35	52
c	43	52	42	44	42	44	33	42	52
d	46	45	43	42	33	42	33	52	48

	Zahn IV			Zahn V			Zahn VI		
	Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ		
Schliff	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
a	44	44	33	33	42	40	52	62	33
b	55	44	55	44	46	36	55	58	48
c	55	62	55	25	54	35	48	45	44
d	42	55	52	40	52	34	52	60	45

	Zahn VII			Zahn VIII			Zahn IX		
	Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ		
Schliff	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
a	33	44	42	56	48	58	56	48	46
b	35	52	36	62	55	56	52	54	42
c	33	42	32	64	52	44	54	44	48
d	34	46	38	58	54	62	50	52	52

Tabelle 9: Unter dem Auflichtmikroskop erhaltene Meßergebnisse in Mikron des Zementspaltes bei Porzellaninlays an neun verschiedenen Zähnen in drei Schliffebenen.

Die Spaltbreite, die ein Porzellaninlay mit der Kavitätenwand bildet, zeigt an verschiedenen Stellen unterschiedliche Werte. Die Erklärung hierfür dürfte bei nicht zu vermeidenden Fehlern während der Abdrucknahme, der Modellherstellung und dem Porzellanbrand zu suchen sein. Ferner gehen die Schrumpfungsprozesse an den einzelnen Stellen in unterschiedlicher Stärke und Richtung vorstatten.

Der Mittelwert bei den einzelnen Füllungen beträgt:

Zahn	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Spalt= breite in μ	44,2	43,0	44,5	49,6	40,9	50,2	38,9	55,7	49,0

Für den Mittelwert aus den insgesamt durchgeführten 108 Messungen ergibt sich 46,2 μ .

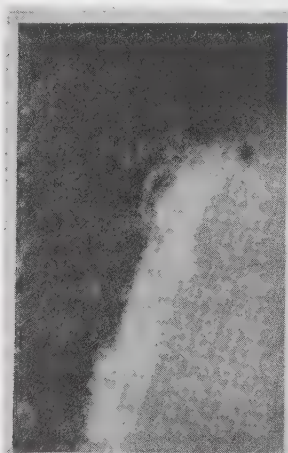


Abb. 7

Zementspalt bei einer
Porzellaneinlagefüllung

Nach D r e y e r - J ø r g e n s e n darf der zwischen Kavitäténwand und Füllungsrand bestehende Spalt die $50\ \mu$ Grenze nicht überschreiten. Ein Wert zwischen $50\ \mu$ und $30\ \mu$ kann verantwortet werden, da die Breite der entstehenden Zementschicht dann eine so geringe Angriffsfläche bietet, daß der an sie herantretende Speichel keinen Einfluß im Sinne einer Zersetzung bzw. Auswaschung auf sie ausübt. Bei 66 von 108 unserer Messungen lag die Spaltbreite zwischen $30\ \mu$ und $50\ \mu$. Auch der errechnete Mittelwert bei 7 von 9 Füllungen liegt ebenfalls innerhalb dieser Spanne. Wir konnten bei unseren klinischen Untersuchungen aber immer wieder feststellen, daß nach kurzer Zeit an Porzellaninlays im Zahnhalsgebiet Auflösungserscheinungen an dem oberflächlichen Zementspalt auftraten. Diese waren mit der Sonde, zumindest aber mit der Miller=nadel auszutasten und als dunkler Rand zu erkennen.

Die feine braune Umrandung der Porzellaneinlagefüllung muß nach H a r n d t als Sekundärkaries angesehen werden, "auch wenn diese auffallenderweise weder in die Breite noch in die Tiefe fortschreitet und somit die Haltbarkeit nicht beeinträchtigt."

5. Die Gußfüllungen

A g u i l l o n D e S a r r a n stellte als erster 1872 eine gegossene Metallfüllung her. O l l e n d o r f 1904 und T a g g a r d 1907 entwickelten die Arbeitsmethoden zur Herstellung von Gußfüllungen soweit, daß sie ihre heutige Bedeutung in der konservierenden Zahnheilkunde erringen konnten.

Die meisten Autoren bezeichnen, wenn man von kosmetischen Belangen absieht, die Gußfüllung als beste Füllungsmethode. Diese Behauptung wird durch die Therapieerfolge immer wieder erhärtet. Daß sie trotzdem im Vergleich zu den anderen Füllungsmaterialien verhältnismäßig selten angewandt wird, dürfte sich im wesentlichen auf die nachfolgenden Faktoren zurückführen lassen:

- 1.) Die umständliche Herstellung in mehreren Sitzungen.
- 2.) Inanspruchnahme eines zahntechnischen Laboratoriums.
- 3.) Hohe Kosten (Edelmetall).

Die Gußfüllung wird nach einem Abdruck der Kavität, der in der Mundhöhle im direkten oder indirekten Verfahren gewonnen wird, im zahntechnischen Labor hergestellt.

S c h r a y u n d F e z e r stellen die Vor- und Nachteile der Gußfüllung ganz allgemein wie folgt zusammen:

- "Vorteile: 1.) Mechanische Widerstandsfähigkeit, d.h. Druck und Kantenfestigkeit des Gußmetalles, auch in dünner auslaufenden Partien.
- 2.) Chemische Widerstandsfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit.
- 3.) Seltenheit von Kariesrezidiven und sekundärer Randkaries, bedingt durch die erforderliche saubere und exakte Arbeitsweise.
- 4.) Einwandfreier, polierter Kontaktpunkt. Prophylaxe der Kontaktflächenkaries am Nachbarzahn und der Parodontopathien.
- 5.) Völlige anatomische Wiederherstellung der Zahnkrone.

- 6.) Vermeiden cervical überstehender Füllungsrande im Sinne der Parodontalprophylaxe.
- 7.) Vermeiden des Auftretens von hohen Potentialdifferenzen bei Vorhandensein oder späterer Anfertigung von Metallprothetik.

Nachteile: 1.) Schwierige und umständliche Herstellung in zwei Sitzungen.

- 2.) Kosmetisch ungünstige Wirkung an sichtbaren Stellen.
- 3.) Gute Temperaturleitfähigkeit der Metallegierung.
- 4.) Erheblich höhere Kosten für den Patienten."

H a r n d t sieht die Goldgußfüllung indiziert:

- "1.) Bei approximalen Füllungen.
- 2.) Bei Füllungen, die stärkerer Belastung durch den Kaudruck ausgesetzt sind.
- 3.) Bei allen größeren Konturfüllungen und Ergänzungen wesentlicher Teile zerstörter Zahnkronen.
- 4.) Wenn schwache Zahnwände gestützt werden sollen.
- 5.) Bei Zahnhalskavitäten, die nicht mit Kunststoff- oder Porzellanbrandfüllungen versehen werden.
- 6.) Bei tief unter das Zahnfleisch reichenden Kavitäten.
- 7.) Zur Schonung des marginalen Paradentiums statt des Kronenersatzes."

Für die Gußfüllung im Zahnhalsgebiet interessieren besonders die Punkte 5 - 7.

Kontraindiziert ist die Gußfüllung nach H a r n d t :

- "1.) Aus kosmetischen Gründen.
- 2.) Bei kleinen Füllungen. (Diese lassen sich nur schwer handhaben und werden ungenau.)
- 3.) Bei ausgedehnten Konturfüllungen in einem kariesanfälligen Gebiß."

Die Indikation für eine Gußfüllung bei einer Zahnhalskavität im Frontzahnggebiet ist in jedem Falle dann gegeben, wenn die Füllung nicht sichtbar wird. Das ist fast immer im Unter-

kiefer der Fall. Oft findet man aber im Oberkiefer eine "lange Oberlippe", so daß die Eingliederung einer Gußfüllung auch hier keinen kosmetisch ungünstigen Effekt bringt.

Die Präparation der Zahnhalskavität für eine Gußfüllung geschieht in der Kastenform. Der Kavitätenrand ist leicht abzuschrägen, um einmal dem Prismenverlauf Rechnung zu tragen, und um einen einwandfreien Randschluß zu erhalten. Damit das spätere Einpassen des Inlays erleichtert wird, ist darauf zu achten, den äußeren Umfang möglichst asymmetrisch zu gestalten. Durch die Form des Defektes sowie den Verlauf der Gingiva ergibt sich meist eine Nierenform. Bei ausgedehnten Kavitäten muß der Boden möglichst konvex präpariert werden, um der Kavität in ihrer ganzen Größe eine einheitliche Tiefe zu geben, was für den Halt des Inlays wichtig ist. Bedeutung hat das abschließende Finieren der Kavität, da die vorher vorhandenen, besonders durch Diamantsteinchen hervorgerufenen Einkerbungen (nach P a n t k e bis zu 50 μ) eine einwandfreie Abdrucknahme verhindern. Es kann durch das Verharken des Abdrucks in der unfinierten Kavität beim Herausnehmen zu Verziehungen kommen. Außerdem zeigen die Kavitätenränder einen mehr oder weniger schartigen, ausgezackten Charakter.

Bei der Zahnhalskavität ist nach Möglichkeit die direkte Abdrucknahme mit einem Gußwachs anzuwenden, da sie im Endeffekt die besten Ergebnisse hinsichtlich der Paßgenauigkeit und der Gestaltung bringt.

Für Gußfüllungen werden folgende Metalle und Legierungen verwendet:

- 1.) Feingold: Wird für einflächige Inlays verwandt. Die Duktilität des Feingoldes ist sehr groß, dadurch läßt es sich gut an die Kavitätenränder anfinieren.
- 2.) Goldlegierungen mit oder ohne Platinzusatz:
Diese Legierungen halten stärkeren Belastungen stand. Die Legierungen dieser Gruppe weisen Unterschiede in Härte, Duktilität, Kontraktionskoeffizient, Schmelzpunkt und Farbe auf.

3.) Ersatzlegierungen: Palladium, Silberlegierungen, Silberzinnlegierungen.

Auch bei den Gußmaterialien ist die uns am meisten interessierende physikalische Eigenschaft die Schrumpfung. Diese Schrumpfung der zahnärztlichen Legierungen tritt beim Übergang vom flüssig-heißen in den fest-heißen und beim Übergang vom fest-heißen in den fest-kalten Zustand ein. Die Schrumpfung für Gußfüllungen beträgt 1,5 - 1,7 % linear. Die Schwindung des Metalls läßt sich durch zwei Faktoren mindern:

1. Durch das Anbringen eines sogenannten verlorenen Kopfes.
2. Durch das Expansionsvermögen der Einbettungsmasse.

Wir untersuchten die Schrumpfung, indem wir bei eingesetzten Gußfüllungen den Zementspalt gemessen haben.

Für unsere Versuche verwendeten wir die Legierungen DEGULOR A und DEGULOR C, die uns die Fa. DEGUSSA zur Verfügung stellte, und der ich an dieser Stelle meinen besonderen Dank sagen möchte.

Die Fa. DEGUSSA gibt als Indikationsgebiet für DEGULOR A schwach beanspruchte Inlays, wozu auch die Zahnhalskavitäten gehören, an. Außer diesem relativ weichen Material verwendeten wir für unsere Untersuchungen DEGULOR C, das eine große Brinellhärte besitzt. Wir taten dieses, um über den Randschluß dieser beiden unterschiedlichen Materialien Aussagen machen zu können.

Über die Eigenschaften von DEGULOR A und DEGULOR C macht die Fa. DEGUSSA die in Tabelle 10 aufgeführten Angaben.

Bezeichnung der Legierung	% Gold u. Platine	Schmelzintervall °C	Brinellhärte		Zerreißeigkeits		Fließgrenze		Dehnung	
			kg/mm ²	w v	kg/mm ²	w v	kg/mm ²	w v	mg	%
Degulor A	89	1080-990	59		30		10		35	
Degulor C	78	920-860	115	173	49	61	30	46	43	24

Tabelle 10. Schmelzbereich und mechanische Eigenschaften der Legierungen DEGULOR A und DEGULOR C

w = weich; v = vergütet

Für unsere Versuche präparierten wir an Frontzähnen nierenförmige Zahnhalskavitäten und nahmen einen direkten Abdruck mit PREPON-Gußwachs der FARBENFABRIKEN BAYER. An ein solches Gußwachs stellen S c h r a y und F e z e r folgende Forderungen:

- 1.) Ausreichende Plastizität bei Erwärmung. (Dadurch ist eine scharfe Abformung der Kavität gewährleistet.)
- 2.) Genügende Härte bei Mundtemperatur. (Damit ergibt sich die Möglichkeit, es im Munde mechanisch zu bearbeiten und ein Verziehen beim Herausnehmen wird vermieden.)
- 3.) Zahnfremde Farbe. (Es hebt sich gut vom Zahn ab.)
- 4.) Aschefreie Verbrennung.

Bei der Abdrucknahme verfahren wir genau wie in der Mundhöhle des Patienten, isolierten die Kavität mit Speichel und preßten die über einer Flamme plastisch gemachte Spitze einer Gußwachsstange in die Kavität. Der überschüssige Teil wurde mit einem heißen Spatel entfernt. Wir brachten das Gußröhrchen in der Mitte der Füllung an und zogen das WachsmodeLL nach dem Erkalten ohne Schwierigkeiten aus der Kavität. Danach wurde der verlorene Kopf dicht an dem Gußobjekt angesetzt, das WachsmodeLL mit Spiritus entfettet und anschließend mit Wasser abgespült. Als Einbettmasse diente DUROTERM (FARBENFABRIKEN BAYER). Wir verwendeten die Kerneinbettungsmethode und gossen das Inlay, nachdem die Muffel in einem automatischen Vorwärmofen bei 700°C eine halbe Stunde vorgewärmt war, in eine DEGUSSA-Tiegelschleuder. Nach der Ausbettung säuerten wir das Gußstück mit 10%iger Schwefelsäure ab.

Nachdem das Inlay in die Kavität eingepaßt war, finierten wir den Rand exakt an und setzten die Gußfüllung mit dünnflüssigem Zement unter Druck ein.

Das endgültige Anfinieren bzw. Anpolieren des Inlayrandes mit Hilfe eines kugelförmigen Finieres, eines Schlagpolierers und eines Kugelpolierers, bis bei der Kontrolle mit einer spitzen Sonde kein Übergang vom Inlay zur Zahnschubstanz bestand, geschah 24 Stunden später. Sowohl bei den Gußfüllungen

aus DEGULOR C, besonders aber denen aus DEGULOR A, ließ sich der dünne Inlayrand sehr leicht an den abgeschrägten Kavität=tenrand anschmiegen, was für die gute Duktilität dieser Me=talle spricht.

Nun fertigten wir Schliffe in derselben Weise wie bei den Porzellaninlays an (siehe Abb. 5), wobei die erste Schliffebene wiederum im ersten Drittel des Zahnes, die zweite Schliffebene im zweiten Drittel und die dritte im dritten Drittel lag.

Wieder wurden unter dem Auflichtmikroskop die einzelnen Schliffebenen zur Darstellung gebracht und die Spaltbreite an vier Stellen gemessen (Abb. 6).

	Zahn I			Zahn II			Zahn III		
	Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ		
Schliff	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
a	32	25	42	32	25	42	36	44	48
b	34	32	32	34	32	32	32	46	52
c	38	28	33	38	28	33	42	39	41
d	37	37	28	37	37	28	37	43	43

	Zahn IV			Zahn V			Zahn VI		
	Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ		
Schliff	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
a	35	34	32	38	40	43	28	34	33
b	42	39	32	42	45	40	32	30	35
c	40	41	34	42	42	44	34	30	35
d	38	36	33	40	46	41	32	35	38

Tabelle 11. Unter dem Auflichtmikroskop erhaltene Meßergebnisse in Mikron des Zementspaltes bei Gußfüllungen aus DEGULOR A an sechs verschiedenen Zähnen in drei Schliffebenen.

Zahn	I	II	III	IV	V	VI
Spaltbreite in μ	33,2	33,1	41,6	36,3	45,2	33,0

Tabelle 12. Mittelwerte der Spaltbreiten von 72
Messungen an sechs Zähnen in drei Schliff=
ebenen bei Gußfüllungen aus DEGULOR A

	Zahn I			Zahn II			Zahn III		
	Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ		
Schliff	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
a	35	35	33	44	41	39	33	40	41
b	35	33	34	44	45	36	33	42	38
c	40	35	33	38	44	40	35	37	43
d	32	30	36	36	40	42	33	33	35

	Zahn IV			Zahn V			Zahn VI		
	Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ			Spaltbreiten= messung in μ		
Schliff	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
a	40	35	34	45	36	42	40	40	34
b	42	44	38	40	41	42	44	37	36
c	35	44	36	40	40	40	42	38	36
d	36	36	35	42	37	34	38	41	38

Tabelle 13. Unter dem Auflichtmikroskop erhaltene Meßergeb=
nisse in Mikron des Zementspaltes bei Gußfüllun=
gen aus DEGULOR C an sechs verschiedenen Zähnen
in drei Schliffebenen

Zahn	I	II	III	IV	V	VI
Spaltbreite in μ	34,2	40,7	36,9	37,9	39,9	38,6

Tabelle 14. Mittelwerte der Spaltbreiten von 72
Messungen an sechs Zähnen in drei Schliff=
ebenen bei Gußfüllungen aus DEGULOR C.

Den Tabellen 11 bis 14 ist zu entnehmen, daß auch bei den Gußfüllungen ein Spalt zwischen dem Gußkörper und den Kavitätenwänden entsteht. Die gefundenen Werte liegen jedoch alle innerhalb der Grenzen von 30 - 50 μ , die nach D r e y e r - J ø r g e n s e n vertretbar sind. Ferner konnten wir keinen nennenswerten Unterschied zwischen dem "weicheren" DEGULOR A und dem "harten" DEGULOR C feststellen. Als Mittelwert für die Spaltbreite erhielten wir bei DEGULOR A 37,6 μ und bei DEGULOR C 38,1 μ .

Obwohl auch bei der Porzellaneinlagefüllung die Werte innerhalb des Bereiches von 30 - 50 μ lagen, hatten die klinischen Untersuchungen Verfärbungen und Auflösungserscheinungen des Zementes ergeben, denn der Zementspalt tritt bis zur Zahnoberfläche in seiner ganzen Breite auf, da eine Abschrägung des Kavitätenrandes bei diesem Füllungsmateriel nicht durchführbar ist.

Am abgeschrägten Kavitätenrand der Gußfüllung konnten wir beobachten, daß der Zementspalt kleiner als an der eigentlichen Körperfläche des Inlays ist, dieser Spalt verjüngt sich zur Zahnoberfläche hin, wie es Abb. 9 zeigt.

Der mittlere Wert für die Spaltbreite betrug am abgeschrägten Kavitätenrand bei Gußfüllungen, die nicht mit dem Schlagpolierer nachbearbeitet waren, bei DEGULOR A 20,5 μ , bei DEGULOR C 22,6 μ . Die Messungen wurden an der auf Abb. 9 mit Pfeil gekennzeichneten Stelle, also immer etwa 50 μ von der Oberfläche entfernt, durchgeführt. Wir konnten an den nicht mit Schlagpolierern nachbearbeiteten Inlays zwischen den beiden

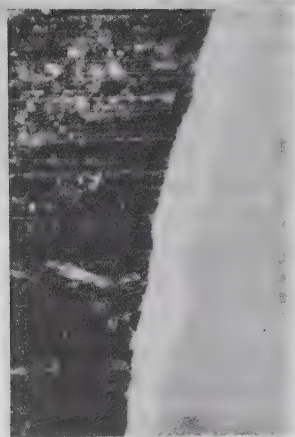


Abb. 8. Zementspalt bei einer Gußfüllung

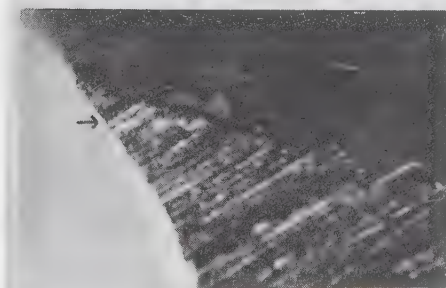


Abb. 9. Zum Kavitätenrand hin sich verjüngender Zementspalt bei einer Gußfüllung. Der Pfeil gibt den Meßpunkt am abgeschrägten Kavitätenrand an.

Gußmaterialien auch an dieser Stelle keinen nennenswerten Unterschied feststellen.

Anders lagen die Verhältnisse bei den Inlays, die nach dem Einsetzen und Aushärten des Zementes mit einem Schlagspolierer bearbeitet wurden. Hierbei gelang es, das Metall über den Zementspalt hinwegzuziehen, was bei DEGULOR A leichter möglich war als bei DEGULOR C.

Obwohl auch bei der Gußfüllung durch Schrumpfungsvorgänge Spalten zwischen Gußkörper und Kavitätenwand entstehen, läßt sich also durch intensives Nachbearbeiten ein einwandfreier Randschluß des Füllungsmaterials erreichen. Durch die oben genannten Arbeitsgänge ist dann kein Herauswaschen des Zementes mehr möglich.

Bei den Gußfüllungen ist auch die chemische Widerstandsfähigkeit, wenn durch andere sich in der Mundhöhle befindende Metalle keine zu hohe Potentialspannungsdifferenz auftritt, äußerst gut. Die dann im Munde auftretenden elektrischen Ströme können zum einen das Einsetzen der Korrosion bewirken, zum anderen den primären Anlaß zu Verfärbung geben. Kommt eine Goldlegierung mit unedlen (korrodierbaren) Metallen in Berührung, bzw. stehen sie mit ihnen in Kontakt, so setzen sich Korrosionsprodukte des unedlen Metalles auf der Goldlegierung ab und bilden eine dunkle Verfärbungsschicht auf ihr.

Eine Goldgußfüllung ist völlig unschädlich für Zahngewebe, Pulpa, Parodontium und Gesamtorganismus.

Das Temperaturleitvermögen ist jedoch sehr hoch. Es könnte also bei sehr hohen, lang dauernden thermischen Reizen zu Veränderungen an der Pulpa kommen. Dieses Temperaturleitvermögen wird aber durch das schlechte Leitvermögen der Unterfüllungs- und Fixierungszemente genügend kompensiert.

6. Die Amalgamfüllung

Das Amalgam ist das in der zahnärztlichen Praxis am meisten verwendete Füllungsmaterial. Diese Situation besteht auch heute noch, obwohl im Laufe der Zeit neue Materialien auf den Markt kamen, deren Vorteile gegenüber dem Amalgam immer wieder herausgestellt wurden.

Die ersten Beschreibungen einer Silber-Zinn-Quecksilberpaste sollen im sechsten Jahrhundert aus China gekommen sein. Trotzdem bezeichnet man P. T a v e a u , der 1826 Feilspäne von Silbermünzen mit Quecksilber vermischte und mit diesem Silber-Kupfer-Amalgam Zähne füllte, als denjenigen, der als erster eine Amalgamfüllung legte. Bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts lehnten jedoch die meisten Zahnärzte diesen Werkstoff wegen seiner "Giftigkeit" ab. Erst als A. W i t z e l und G. V. B l a c k die Eignung von Edelamalgamen in Form von Ag-Sn-Legierungen bewiesen haben, wurde dieser Füllungsworkstoff allgemein anerkannt, obwohl auch noch in unserer Zeit immer wieder auf eine angebliche Quecksilbervergiftungsgefahr hingewiesen wird. Untersuchungen, die besonders zwischen 1925 und 1935 durchgeführt wurden, bewiesen jedoch, daß richtig verarbeitete Silberamalgamfüllungen keine Schäden für den Gesamtorganismus des Patienten bewirken.

Amalgame sind Legierungen des Quecksilbers mit einem oder mehreren anderen Metallen. Von den verschiedenen möglichen Amalgamen wird in der Zahnheilkunde neben dem Kupferamalgam vorzugsweise das Silberamalgam verwendet.

Die Silberamalgamfeilung besteht aus Silber, Zinn und je nach Rezept, verschiedenen Zusatzmetallen, wie Kupfer, Zink und Gold. Sie werden zunächst zu Gußblöcken zusammengeschmolzen und später zerspant. Die Größe und Form der Späne wird von den einzelnen Firmen verschieden gewählt. Diese Feilung wird mit Quecksilber vermengt. Dabei muß ein bestimmtes Verhältnis zwischen Silber und Quecksilber eingehalten werden, um die günstigsten physikalischen Eigenschaften für die Füllung zu bekommen.

Nach ihrem Silbergehalt können hochprozentige (65 - 75 %) Amalgame und niederprozentige (45 - 55 %) unterschieden werden. Beide Arten zeigen bestimmte Eigenschaften, die vom Silbergehalt abhängig sind und bei der Füllungstherapie zur Auswirkung kommen.

Nach D o l d e r lassen sich niederprozentige Feilungen leicht anreiben und kneten, sie erhärten langsam, haben eine große Anfangskontraktion und eine kleine Endexpansion. Sie zeigen eine niedrigere mechanische Resistenz als die silberreichen Amalgame. Die hochprozentigen Feilungen sind schwerer anzureiben und zu kneten, erhärten schneller, weisen eine kleine Anfangskontraktion, aber eine große Endexpansion auf. Sie haben eine größere mechanische Widerstandskraft als die silberarmen Amalgame. Da sie eine größere Menge Quecksilber benötigen, ergibt sich im plastischen Zustand ein etwa 20 % höheres Volumen. Der Zinngehalt variiert entsprechend dem Silbergehalt der Feilung, die silberreichen Feilungen enthalten 25 - 35 %, die silberarmen 45 - 55 % Zinn. Ein höherer Zinngehalt als 25 - 27 % bewirkt starke Kontraktionserscheinungen. D o l d e r weist ferner darauf hin, daß Kupfer die mechanische Resistenz erhöht, einer zu starken Kontraktion entgegenwirkt und die zu lange Erhärtungszeit verkürzt. Da das relativ leicht lösliche Kupfer im Speichel toxisch wirkt, kann jedoch mangelnder Silbergehalt nicht durch Kupferzusatz kompensiert werden. Das Zink verhindert das Dunkelwerden der Füllungsoberfläche, indem es der Oberflächenoxydation entgegenwirkt.

Die schon erwähnte Expansion beim Erhärten silberreicher Amalgame tritt ungefähr nach drei Stunden ein, beträgt etwa 0,02 - 0,08 % und weicht nach 36 Stunden einer Volumenkonstanz. Hierdurch kommt der im Vergleich zu anderen Füllungsmaterialien, wie z.B. Silikatcement und Kunststoff gute Randschluß zustande. Die Expansionsneigung ist außer vom Silbergehalt abhängig vom Quecksilberzusatz, Anmischzeit und Stoffdruck.

E. W a g n e r stellt fest, daß das Amalgam die Kavitätenwand nicht benttzt, sondern daß es zu einer mechanischen Verankerung kommt.

Es ist bekannt, daß Amalgame im Munde der Korrosion unterliegen können. Dabei ist der Zinn-Quecksilbermischkristall am anfälligsten, da er am unedelsten ist.

Sind im Mund neben Amalgam andere Metalle (Gold, Stahl) vorhanden, ist die Korrosion besonders groß. Es kann durch diese beiden Metalle eine Potentialdifferenz entstehen, das heißt, es bilden sich zwei Elektroden, von denen die eine ungelöst bleibt (Gold, Stahl), die zweite (Amalgam) in Lösung geht.

Obwohl unter einer Amalgamfüllung keine pathologische Pulpenreaktion eintritt, sollte man bei Kavitäten, die bis nahe an die Pulpenhöhle reichen, zur Isolierung gegenüber Temperaturunterschieden eine Unterfüllung legen, denn als Metall besitzt das Silberamalgam ein hohes Temperaturleitvermögen.

Die Indikation der Amalgamfüllung reicht von zentralen Kavitäten im Praemolaren- und Molarenbereich bis zu approximalokklusalen Kavitäten an diesen Zähnen. Sie ist angezeigt bei distalen Defekten der Eckzähne, besonders, wenn von palatinal eröffnet werden muß, da dann das in der Farbe zahnfremde Material nicht sichtbar wird, bei palatinalen Erkrankungen der Frontzähne und Zahnhalskavitäten der Molaren.

Für Zahnhalsfüllungen im sichtbaren Frontzahngebiet ist die Amalgamfüllung, wegen ihrer zahnfremden Farbe nur dann geeignet, wenn es die kosmetischen Überlegungen zulassen. Eine Zahnhalsfüllung aus Amalgam ist also fast immer im Unterkiefer und in Ausnahmefällen bei einer "langen Lippe" im Oberkiefer angezeigt. Voraussetzung ist ferner eine gute Oberflächenbearbeitung; denn raue Füllungen können immer wieder zu beobachtende Reizzustände bzw. Entzündungserscheinungen, deren Ursache die raue Oberfläche der Amalgamfüllung ist, zum größten Teil gemindert, ja sogar vermieden werden. Es muß also der Zahnhalsfüllung aus Amalgam die bestmögliche Politur zuteil werden.

Wir haben aus diesem Grunde erhärtete Amalgamfüllungen nach verschiedenen Methoden und mit verschiedenen Instrumenten bearbeitet, poliert und die Ergebnisse unter dem Mikroskop beobachtet.

Hierzu wurden Zahnhalskavitäten, die wir an extrahierten menschlichen Frontzähnen präpariert hatten, mit Amalgam nach Vorschrift gefüllt. Dabei gelangte das Tablettenamalgam AGESTAN 67, eine 67prozentige Silberfeilung der FARBENFABRIKEN BAYER zur Anwendung. Das Anmischen geschah in einem Mörser bzw. Gummikneter mit dem nötigen Druck in einer Zeit von etwa 1 1/2 bis 2 Minuten. Das Amalgam wurde unter dauerndem Kondensieren in kleinen Portionen in einer Zeit von etwa zwei Minuten eingebracht und die Oberfläche mit einem alkoholgetränkten Wattebausch vom Füllungszentrum zur Kavitätenwand hin geglättet. Nach 48 Stunden nahmen wir die Nachbehandlung bzw. Politur nach den nachfolgend beschriebenen drei Methoden vor:

Bearbeitungsmethode I

Arbeitsgänge	Schleif- u. Polierinstrumente	Schleif- und Polierpaste
1. Konturierung der Füllung	Karborundumstein	
2. Einebnung und Glättung	Finierer	Wasser
3. Abschließende Glättung u. Glanz	Kugelpolierer	Wasser

Bearbeitungsmethode II

Arbeitsgänge	Schleif- u. Polierinstrumente	Schleif- und Polierpaste
1. Konturierung der Füllung	Karborundumstein	
2. Einebnung und Glättung	Finierer u. Schlagpolierer	Wasser
3. Abschließende Glättung u. Glanz	Kugelpolierer	Wasser

Bearbeitungsmethode III (nach F.F. E i f f i n g e r)

Arbeitsgänge	Schleif- u. Polier- instrumente	Schleif- und Polierpasten
1. Konturierung der Füllung	Rosenbohrer evtl. Karbonundumstein	
2. Einebnung und Glättung	Finierer	Wasser
3. Glättung größerer Füllungsabschnitte bzw. des Zentrums der Füllung	Weicher Gummi- polierer	Wasser
Hochglanz I	Filzkegel und Filzscheibe	Schlämmkreide oder Polier- pasten
Hochglanz II	Wollhaarbürste oder Watte	Polierrot

Tabelle 15. Bearbeitungs- und Poliermethoden von
erhärteten Amalgamfüllungen

Die besten Ergebnisse zeigten die Füllungen, die nach der von E i f f i n g e r angegebenen Methode (Bearbeitungsmethode III) bearbeitet und poliert wurden. Ihre Oberfläche zeigte einen einwandfreien silbrigen Glanz. Die Ränder der Füllung waren mit einer spitzen Sonde nicht mehr auszutasten. Im ganzen waren diese Füllungen nicht von einer gut polierten Gußfüllung zu unterscheiden. Dieser Erfolg bestätigte sich bei der mikroskopischen Untersuchung (Abb. 12). Die Oberfläche zeigte ein gleichmäßig glattes Relief. Der Übergang von Amalgamfüllung zum Zahnschmelz war einwandfrei, gradlinig und glatt. Es waren keine Amalgamspuren am Schmelzrand zu sehen.

Bei der Bearbeitungsmethode II setzten wir zur Einebnung und Glättung der Füllung außer dem Finierer einen Schlagpolierer ein, den E i f f i n g e r nicht erwähnt. G r e t h und andere lehnen ihn ab, da das erhärtete Amalgam zu brüchig sei, um der hämmernden Wirkung dieses Instrumentes, besonders am Kavitätenrand, standzuhalten. Ferner hinterlasse der Schlagpolierer eine gehämmerte Füllungsoberfläche. Wir konnten eine

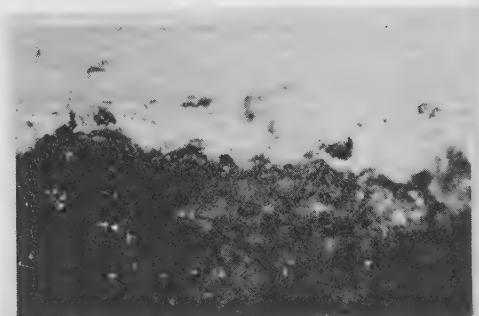


Abb. 10. Unbearbeitete Amalgamfüllung unter dem Auflicht= mikroskop. (Leitz, Wetzlar)

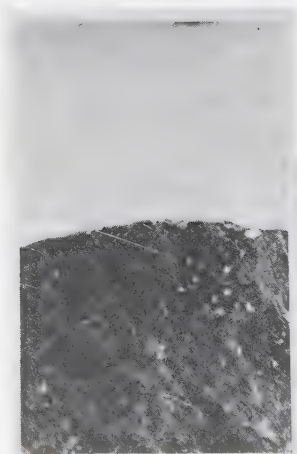


Abb. 11
Nach Methode II bearbei= tete Amalgamfüllungs= oberfläche am Rand.

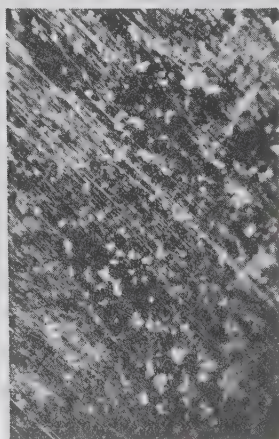


Abb. 12
Nach Methode III bearbei= tete Amalgamfüllungs= oberfläche

gehämmerte Oberfläche jedoch nicht beobachten und sind damit einer Meinung mit H e u s e r , der darüber hinaus schreibt: "Durch die Verwendung des Schlagpolierers wird der Randschluß einer Amalgamfüllung verbessert. Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, daß entgegen der Meinung einer Anzahl von Autoren der Amalgamkörper durch die hämmernde Wirkung des Schlagpolierers im Sinne einer günstigen Randschlußgestaltung beeinflusst werden kann."

Die Arbeitsmethode I, die in der Praxis wohl am meisten Verwendung findet, zeigt ebenfalls gute Ergebnisse. Die Oberfläche wies einen silbrigen Glanz auf, auch hier waren die Ränder mit einer spitzen Sonde nicht mehr auszutasten. Mikroskopisch waren kaum noch Rauigkeiten zu sehen, die Oberfläche war einheitlich glatt, jedoch waren am Schmelz-Füllungsrand geringe Amalgamreste zu beobachten.

Nach etwa drei Wochen traten bei den nach den Methoden I und II bearbeiteten Füllungen eine leicht bläuliche Verfärbung der Oberfläche auf. Diese unter dem Begriff "Stahltonung" bekannte Erscheinung wird mit Gefügeveränderungen, die das Korrosionsverhalten nachteilig beeinflussen sollen, erklärt. Die Gefügeveränderung soll durch die bei der Kugelpolitur auftretende Wärme entstehen.

Die meist beobachtete dunkelgrau-braune Verfärbung von Amalgamfüllungen ist nach H a r n d t darauf zurückzuführen, daß Silber eine große Affinität zum Schwefel besitzt, so daß sich bei der Zersetzung von eiweißreichen Nahrungsresten an der Oberfläche der Füllung Verbindungen mit Schwefelwasserstoff bilden.

Weiterhin treten diese Veränderungen bei den Füllungen auf, die zu trocken angerieben wurden. Die daraus resultierenden Porositäten bedingen Korrosionserscheinungen, die eine Verfärbung nach sich ziehen. Auch liegt dann wieder eine Entzündung der Gingiva, durch eine ständige Reizung bedingt, im Bereich des Möglichen.

III. Diskussion der Ergebnisse

Wie in der Einleitung schon betont wurde, stellt die Versorgung von Zahnhalsdefekten im sichtbaren Frontzahnbereich den Zahnarzt vor besondere Probleme.

- 1.) Da das Füllungsmaterial in eine Zone habitueller Unsauberkeit zu liegen kommt, ist es erhöhter Säureeinwirkung und damit Korrosionserscheinungen ausgesetzt.
- 2.) Rauhe Füllungsflächen müssen vermieden werden, da sie sonst einen ständigen Reiz auf die in unmittelbarer Nähe liegende Gingiva ausüben. Der mechanische Reiz hat eine Entzündung zur Folge, wodurch die Retentionsmöglichkeit von gärungsfähigem Substrat erhöht wird und damit eine erneute kariöse Erkrankung des Zahnhalses bedingt wird.
- 3.) Eine besonders exakte Randgestaltung muß erzielt werden, da durch die schlechte Schmelzstruktur ein Absplittern des Kavitätenrandes begünstigt wird.
- 4.) Eine Unschädlichkeit des Füllungsmaterials der Pulpa gegenüber muß gesichert sein.
- 5.) Im sichtbaren Frontzahnbereich kommen kosmetische Gesichtspunkte hinzu, da der Patient in diesem Gebiet ein zahnähnliches Füllungsmaterial wünscht.

Durch klinische und experimentelle Untersuchungen sowie die kritische Betrachtung der in der Literatur gemachten Angaben haben wir zu ergründen versucht, inwieweit die dem Zahnarzt zur Verfügung stehenden Füllungsmaterialien den obengenannten Forderungen entsprechen.

Die aus kosmetischen Gründen wünschenswerte zahnähnliche Farbe besitzen die Silikatzemente, die Kunststoffe und die Porzellan. Mit Einschränkung kann also gesagt werden, daß es mit den Silikatzementfüllungen möglich ist, zunächst eine Farbübereinstimmung mit dem zu füllenden Zahn zu erzielen. Unsere klinischen Untersuchungen zeigten jedoch, daß sehr häufig Verfärbungserscheinungen an der Füllung auftreten, unsere expe=

rimentellen Ergebnisse bewiesen, daß gerade Substanzen, die als Nahrungsmittel täglich die Mundhöhle passieren, diese Verfärbungen herbeiführen. Eine Pulpaschädigung kann durch geeignete Schutzmaßnahmen ausgeschlossen werden.

Der Nachteil der Silikatzementfüllung liegt aber nicht nur auf diesem Gebiet, sondern daß sie auf Grund ihres Aufbaues aus der Kavität herausgewaschen werden. Die oft beobachteten Reizungserscheinungen an der in unmittelbarer Nähe liegenden Gingiva werden auf Auflösungserscheinungen des Silikatzementes zurückgeführt.

Bei den schnellhärtenden Kunststoffen auf Methacrylsäurebasis könnte die bei den ersten Handelspräparaten sehr deutliche Verfärbungstendenz durch Änderungen des Katalysatorensystems weitgehend herabgesetzt werden. Diese Kunststoffe besitzen aber andere Schwächen. Einmal läßt sich trotz Schutzmaßnahmen eine Pulpaschädigung, insbesondere bei jugendlichen Patienten, nicht mit absoluter Sicherheit ausschließen. Noch nachteiliger wirkt sich die schlechte Randschlußgestaltung aus. Zwar läßt sich die Polymerisationskontraktion durch besondere Applikationsmethoden weitgehend kompensieren, bestehen bleibt aber der auf die thermische Dimensionsänderung zurückzuführende sogenannte Pumpeffekt. Hierdurch kommt es nicht nur zu Verfärbungen, sondern auch durch das Eindringen von Speichel mit mikroskopischen Bestandteilen (Bakterien, Speisereste usw.) zu einer sekundären Randkaries.

Der Kunststoff auf Polyesterbasis besitzt diesen Mangel nicht, sein guter Randschluß ist darauf zurückzuführen, daß die Abbindekontraktion sehr gering ist, vor allem aber, daß der thermische Expansionskoeffizient in sehr viel geringerem Maße von demjenigen der Zahnhartsubstanzen abweicht, wie es bei den Methacrylaten der Fall ist. Dieser Kunststoff weist aber wieder erhöhte Verfärbungstendenzen auf, die zunächst erreichte Farbübereinstimmung bleibt nicht erhalten. Auch hier führen wieder Nahrungsmittel zur schnellen Verfärbung.

Wie unsere Untersuchungen ergaben, ist die Schnelligkeit der Verfärbung abhängig von der Bearbeitungs- und Politurweise

der Füllungsoberfläche. Die Farbveränderungen lassen sich aber durch keine noch so gute Nachbearbeitung und Politur verhindern, da sich beim Anrühren und Applizieren Luft einschließen nicht vermeiden lassen, die später in Form von Poren in Erscheinung treten, die naturgemäß gute Retentionsmöglichkeiten für Farbpartikel und Nahrungsmittel darstellen.

Bei den Autopolymerisaten auf Methacrylsäurebasis hatten wir auf die Möglichkeit einer Pulpaschädigung hingewiesen. Um eine solche Schädigung auszuschließen und trotzdem nicht auf Kunststoffe auf Methacrylsäurebasis verzichten zu müssen, können sogenannte Kunststoffeinlagefüllungen für Zahnhalskavitäten hergestellt werden. Bei diesen Füllungen wird nach einem Abdruck von der Kavität im zahntechnischen Laboratorium eine Füllung aus dem Wärmopolymerisat erstellt und dieses mit Zement in die Kavität eingesetzt. Bei diesem Füllungstyp besteht die Gefahr, daß der Zement herausgewaschen wird und es dadurch zu Verfärbungen um den Füllungskörper, also zwischen Einlagefüllung und Kavitätenrand kommt. Aber nicht nur Verfärbungen, sondern Sekundärkaries ist hier ebenso wie bei den Autopolymerisaten zu befürchten. Die Versuche, den Zementspalt dadurch zu überbrücken, daß mit einem heißen Instrument der Kunststoff oberflächlich erweicht und über den Zement hinweggezogen wird, müssen abgelehnt werden, da hierdurch starke Rauigkeiten und Unebenheiten am Kavitätenrand auftreten, die die Retention von gärfähigem Substrat begünstigen und damit der Entstehung der sekundären Randkaries Vorschub leisten.

Alle Kunststofffüllungen besitzen gegenüber dem Silikatzement den Vorteil, daß sie durch Säuren bzw. das Mundmilieu nicht angegriffen resp. aufgelöst werden. Die durch die Politur erzielte relativ glatte Oberfläche bleibt also erhalten, so daß es zu keiner Reizung des marginalen Parodontiums bzw. der Gingiva kommt.

Ein besonders günstiges Verhalten gegenüber dem marginalen Parodontium besitzen die Porzellaneinlagefüllungen. Verfärbungserscheinungen treten bei diesen Füllungen nicht auf. Außerdem sind sie widerstandsfähig gegenüber dem Mundmilieu. Pulpaschädigungen, wie wir sie bei Silikatzement- und Kunst-

stoffüllungen wegen des Säureanteils bzw. der monomeren Komponente finden, können bei diesem Füllungsmaterial ebenfalls nicht auftreten. Thermische Reizungen der Pulpa sind wegen der geringen Wärmeleitfähigkeit dieses Materials ausgeschlossen.

Das Porzellan könnte auf Grund der eben genannten Faktoren als ideales Füllungsmaterial für Zahnhalskavitäten im sichtbaren Frontzahnbereich angesehen werden, wenn nicht auch hier ebenso wie bei den Kunststoffeinlagefüllungen ein Zementspalt vorläge. Unsere Messungen ergaben, daß der Spalt zwischen Füllungskörper und Kavitätenwand eine Durchschnittsgröße von $46,2 \mu$ hat. Eine Spaltbreite von 30 bis 50μ liegt nach D r e y e r - J ø r g e n s e n in vertretbaren Grenzen. Unsere klinischen Untersuchungen ließen aber erkennen, daß es doch zu Verfärbungen, zum Auswaschen und zur sekundären Randkaries kommt. Ein weiterer Nachteil ist der komplizierte Arbeitsgang mit Einschaltung eines zahntechnischen Laboratoriums. Dieses ist auch bei den Gußfüllungen der Fall, bei denen vor allem die kosmetische Unzulänglichkeit stört.

Es besteht aber auch bei der Gußfüllung zwischen dem eigentlichen Füllungskörper und der Kavität ein Spalt, der beim Einsetzen mit Zement ausgefüllt wird. Wir ermittelten bei unseren Messungen durchschnittliche Spaltbreiten von $37,6$ Mikron (DEGULOR A) bzw. $38,1$ Mikron (DEGULOR C). Sie sind zwar um $8,6 \mu$ bzw. $8,1 \mu$ geringer als beim Porzellan, aber auch hier müßten wir mit Auflösungserscheinungen des Zementes und der Entstehung einer sekundären Randkaries rechnen, wenn es nicht durch besondere Präparationsmaßnahmen möglich wäre, das bestehende Gefahrenmoment zu beseitigen. Diese Präparationsmaßnahmen bestehen in einer Abschrägung des Kavitätenrandes. Da die verwendeten Legierungen außerdem die Eigenschaft der Duktilität besitzen, gelingt es durch eine Nachbearbeitung der eingesetzten Gußfüllung den Zementspalt zu verkleinern, ja das Metall über diesen hinwegzuziehen. Es ist daher erklärlich, daß wir bei unseren klinischen Untersuchungen nur 17 % Sekundärkaries bei Goldgußfüllungen vorfanden.

Nicht unerwähnt darf in diesem Zusammenhang das in der Zahnheilkunde am meisten verwendete Füllungsmaterial, das Amalgam bleiben. Auf Grund seiner Farbe wird es aber im sichtbaren Frontzahnbereich wohl nur in Ausnahmefällen Verwendung finden können. Diese Fälle sind außer an den palatinalen respektive lingualen Flächen der Zähne wohl nur im Zahnhalsgebiet der unteren Frontzähne gegeben, wenn dieser Abschnitt der Zähne weder beim Sprechen noch Lachen sichtbar wird. Es kann dann mit diesem Material ein befriedigender Erfolg erzielt werden, wenn eine einwandfreie Politur der Füllungsoberfläche sowie eine exakte Randschlußgestaltung durchgeführt wird. Beides kann mit den in dieser Arbeit angegebenen Bearbeitungsmethoden erreicht werden. Dennoch ist diese Nachbearbeitung nach der Erhärtung der Amalgamfüllung nicht mit der Exaktheit wie bei der Gußfüllung durchführbar, da die Politur im Munde erfolgen muß.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß kein dem Zahnarzt zur Versorgung von Zahnhalskavitäten im sichtbaren Frontzahnbereich zur Verfügung stehendes Füllungsmaterial alle Forderungen erfüllt, die an ein solches zu stellen sind. Wenn kosmetische Belange eine untergeordnete Rolle spielen, ist die Gußfüllung als Versorgungsmethode der Wahl anzusehen. In den anderen Fällen kommt trotz des unzulänglichen Randschlusses die Porzellaneinlagefüllung oder die Kunststoffeinlagefüllung in Betracht.

C. Zusammenfassung

Die Versorgung von Zahnhalskavitäten im sichtbaren Frontzahnbereich stellt den Zahnarzt vor besondere Probleme, zunächst ist zu bedenken, daß das Füllungsmaterial in eine Zone habitueller Unsauberkeit zu liegen kommt. Es ist daher erhöhter Säureeinwirkung und somit Korrosionserscheinungen ausgesetzt. Aus diesem Grunde muß auch der einwandfreien Randschlußgestaltung besondere Beachtung geschenkt werden. Ferner sind raue Füllungsflächen zu vermeiden, da sie einen ständigen Reiz auf die in unmittelbarer Nähe liegende Gingiva ausüben. Selbstverständlich ist von dem Füllungsmaterial zu verlangen, daß es keine Schädigung der Pulpa bewirkt. Darüber hinaus spielen kosmetische Gesichtspunkte eine bedeutungsvolle Rolle.

Durch klinische und experimentelle Untersuchungen sowie durch die kritische Betrachtung der in der Literatur gemachten Angaben wurde in der vorliegenden Arbeit versucht zu ergründen, inwieweit die dem Zahnarzt zur Verfügung stehenden Füllungsmaterialien den oben genannten Forderungen entsprechen.

Die aus kosmetischen Gründen wünschenswerte zahnähnliche Farbe besitzen die Silikatzemente, die Kunststoffe und die Porzellane. Der kosmetische Anfangserfolg der Silikatzementfüllung besteht aber nur kurze Zeit, da neben chemischen und physikalischen Vorgängen im Füllungskörper selbst, besonders äußere Einflüsse in Form von Nahrungs- und Genußmitteln, wie unsere Untersuchungen ergaben, eine Verfärbung hervorrufen. Außerdem ist auch der Randschluß dieses Füllungsmaterials nicht befriedigend. Die hierdurch bedingte Gefahr der Entstehung einer Sekundärkaries wird noch dadurch verstärkt, daß sich die Silikatzemente auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung relativ schnell aus der Kavität herauswaschen. Andererseits kann die hieraus resultierende Rauigkeit der Füllungsfläche eine Reizung der Gingiva bewirken. Eine Pulpaschädigung durch die Säure der Silikatzemente läßt sich durch geeignete Schutzmaßnahmen verhindern. Die auch noch bei den neueren Handelspräparaten der schnellhärtenden Kunststoffe auf Methacryl-

säurebasis in geringem Maße auftretenden Verfärbungen sind gegenüber dem mangelnden Randschluß sowie der Möglichkeit der Pulpaschädigung, die sich trotz Schutzmaßnahmen nicht mit absoluter Sicherheit ausschließen läßt, von untergeordneter Bedeutung.

Diese bei den Autopolymerisaten auf Methacrylsäurebasis genannten Nachteile bezüglich des Randschlusses und der Pulpaschädigung sind bei dem schnellhärtenden Kunststoff auf Polyesterbasis "P-CADURIT" nicht in der Weise gegeben. Bei diesem Füllungsmaterial treten aber wiederum, wie unsere Untersuchungen ergaben, trotz einer einwandfreien Politur stärkere Farbveränderungen durch Nahrungs- und Genußmittel auf. Ferner verspricht die mangelnde chemische sowie mechanische Widerstandskraft dieses Autopolymerisates keinen Dauererfolg.

Der Nachteil der Kunststoffeinlagefüllung liegt in dem durch die technische Herstellung bedingten Zementspalt. Dieser bewirkt nicht nur eine Verfärbung am Füllungsrand, sondern begünstigt darüber hinaus die Entstehung der Sekundärkaries.

Auch bei den Porzellanen läßt sich trotz sorgfältigster Kavitätenpräparation, Abdrucknahme usw. ein Spalt zwischen Kavitätenwand und Einlagefüllung, für den wir eine durchschnittliche Breite von $46,2 \mu$ ermittelten und der beim Einsetzen mit Zement ausgefüllt wird, nicht vermeiden. Alle anderen zuvor genannten Forderungen werden von diesem Füllungsmaterial erfüllt.

Ein einwandfreier Randschluß läßt sich bei den Metalleinlagefüllungen erzielen, obwohl auch hier zwischen Füllungskörper und Kavitätenwand ein Spalt vorhanden ist, der nach unseren Messungen bei DEGULOR A im Mittel $37,6 \mu$, bei DEGULOR C $38,1 \mu$ beträgt. Durch die Abschrägung des Kavitätenrandes und eine zweckentsprechende Nachbearbeitung der gegossenen Füllung gelingt es aber, das Metall über diesen Spalt hinwegzuziehen. Darüber hinaus zeigen Gußfüllungen Beständigkeit gegenüber dem Mundmilieu, führen zu keiner Schädigung der Pulpa und reizen bei exakter Politur die Gingiva nicht. Die mit ihr zu erzielenden Resultate sind aber in kosmetischer Hinsicht unbefriedigend.

Was kosmetische Belange angeht, sind die Amalgame noch ungünstiger zu bewerten. Sie können deshalb höchstens im Unterkiefer Anwendung finden, da hier das Zahnhalsgebiet zumeist nicht sichtbar ist. Außerdem muß bedacht werden, daß eine Nachbearbeitung nach der Erhärtung nicht mit der Exaktheit wie bei der Gußfüllung durchgeführt werden kann, da die Politur im Munde erfolgen muß.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß kein dem Zahnarzt für die Versorgung von Zahnhalskavitäten im sichtbaren Frontzahnbereich zur Verfügung stehendes Füllungsmaterial alle Forderungen erfüllt, die an ein solches zu stellen sind. Wenn kosmetische Belange eine untergeordnete Rolle spielen, ist die Gußfüllung als Versorgungsmethode der Wahl anzusehen. In den anderen Fällen kommt trotz des unzulänglichen Randschlusses die Porzellan- oder Kunststoffeinlagefüllung oder die Kunststoffeinlagefüllung in Betracht.

D. Literaturverzeichnis

- Baume, L.J.: Strittige Fragen der konservierenden Zahnheilkunde in amerikanischer Sicht: Amalgam Karies profunda. DZZ. 10, 1965, 10
- Bünger, L.: zitiert nach Pantke
- Deppe: zitiert nach Spreter von Kreudenstein
- Dolder, E.: aus: Die Zahn-,Mund-und Kieferheilkunde, 5.Band von K.Häupl, Verlag Urban und Schwarzenberg, München 1955
- Dreyer-Jørgensen, K.: Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gußverfahren. DZZ. 13, 1958, 461
- Ebert, H.J.: Med. Diss. Marburg 1965
- Eifinger, F.F.: Lichtmikroskopische Untersuchungen plastischer Füllungsmaterialien. DZZ. 19, 1964, 6, 561
- Eichner, K.: Die Silikat- und Silikophosphatzementfüllung. DZZ. 20, 1965, 6
- Eifinger, A. und Fecht, J.: Zahnzemente in Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe und ihre Verarbeitung. Berlin 1960
- Feiler, H.: zitiert nach Eifinger
- Fischer, C.H.: zitiert nach Eifinger
- Fischer, C.H.: Die Kunststofffüllung aus schnellhärten=den Polymerisaten. Joh.Ambrosius Barth-Verlag,Leipzig 1952
- Fischer, C.H.: Die Amalgam-Füllung. DZZ. 20, 1965, 6
- Fischer, C.H.: Vergleichende klinische und experimentelle Untersuchungen an verschiedenen handelsüblichen Amalgamen. Dtsch.Zahn-,Mund-und Kieferheilkunde 1957 H. 5 und 6
- Fischer, C.H.: Die Amalgamfüllung in Klinik und Experiment. DZZ. 16, 1961, 24

- Fischer, C.H. und
Fichta, A.: Untersuchungen über das Dimensionsver-
halten verschiedener Amalgame.
DZZ. 195, 9
- Franke, J.: Die Zahnhalbfüllung.
DZZ. 20, 1965, 6
- Gerlach, H.: Neue deutsche Werkstoffe in der Zahn-
heilkunde.
Hermann Meusser-Verlag Leipzig
- Greth:
Gülzow, H.J.: zitiert nach Heuser
Cadurit als Füllungsmaterial.
DZZ. 16, 1961, 11
- Harndt, E.: zitiert nach Eifinger
- Harndt, E.: Die Gußfüllung.
Joh.Ambrosius Barth-Verlag Leipzig 1953
- Harndt, E.: aus: Die Zahn-,Mund-und Kieferheilkunde
von Häupl, Meyer, Schuchardt, Bd. II
Verlag Urban und Schwarzenberg München
1955
- Hess: zitiert nach Eifinger
- Heuser, H.: Grundriß der Zahn-, Mund- und Kiefer-
krankheiten.
Tazzelwurm-Verlag Stuttgart 1952
- Heuser, H.: Oberflächenmikroskopische Untersuchun-
gen über den Randschluß von Füllungen.
Stoma Jahrg. 1, 1948, Heft 1
- Ilg, V.-K.: Zahnärztliche Keramik.
Carl Hanser-Verlag, München
- Ketterl, W.: Die Silikatzementfüllung heute.
Zahnärztliche Praxis 12, 61, 14
- Klauer, H.: Zum augenblicklichen Stand der zahnärzt-
lichen Zemente und Silikate.
DZZ. 9, 1962, 17
- Knappwost, A.: zitiert nach Pantke
- Kröncke, A.: zitiert nach Pantke
- Langeland: DZZ. 16, 1961, 1577
- Loebich, O.: Amalgame aus K. Eichner Leitfaden zahn-
ärztlicher Werkstoffe und ihrer Ver-
arbeitung.
Berlinische Verlagsanstalt GmbH 1960
- Mamlock, H.J.: Die Porzellanfüllung.
Berlinische Verlagsanstalt 1916

- Moog, E.: zitiert nach Pantke
- Otto, H.: Med. Diss. Bonn 1953
- Pantke, H.: Die Füllung mit Autopolymerisaten.
DZZ. 20, 1965, 6
- Pantke, H.,
Graul, E.H.,
Lehmann, M.: Experimentelle Untersuchungen zur Frage
des Pulpaschutzes unter Silikatzement=
füllungen.
Zahnärztl. Praxis 1965, XVI, Nr. 9
- Philipps, R.-W. zitiert nach Fischer
- Rebel, H.H.: Ist die Verwendung des Amalgams als
Füllungswerkstoff noch berechtigt?
DZZ. 1955, 23
- Rebel, H.H.: Amalgam als Füllungswerkstoff.
DZZ. 10, 1955, 23
- Schray, K. und
Fezer, K.H.: Die Gußfüllung.
Joh.Ambrosius Barth-Verlag München 1963
- Schroeder, A.: Schnellhärtende Kunststoffe, aus
K.Eichner, Leitfaden zahnärztlicher
Werkstoffe und ihre Verarbeitung.
Berlinische Verlagsanstalt GmbH 1960
- Spreng: zitiert nach Fischer
- Spreter von
Kreudenstein: Kariestherapie mit schnellhärtendem
Kunststoff.
Carl Hanser-Verlag, München 1952
- Strickling: zitiert nach Pantke
- Stüben: zitiert nach Spreter von Kreudenstein
- Wagner, E.: zitiert nach Fischer
- Walkoff-Hess: Lehrbuch der konservierenden Zahn=
heilkunde.
Joh.Ambrosius Barth-Verlag, Leipzig 1954
- Wannenmacher, E.: Bericht der 75. Tagung der Gesellschaft
für Zahn-,Mund-und Kieferheilkunde 1939
- Weikart, P.: Leitfaden der zahnärztlichen Werkstoffe.
Carl Hauser-Verlag, München 1960

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Prof. Dr. H. Pantke für die Überlassung des Themas sowie seine ständige verständnisvolle Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit.

Ferner möchte ich Herrn Prof. Dr. Dr. H. Heuser meinen Dank für die Übernahme des Korreferates aussprechen.

Lebenslauf

Am 5. April 1938 wurde ich, Heinz Ernst Walter Krug als erstes Kind des Zahnarztes Dr. Walter Krug und seiner Ehefrau Rosemarie geb. Heimel in Kassel geboren.

Vom Herbst 1944 bis Ostern 1949 besuchte ich die Volksschulen in Homberg Bez. Kassel bzw. Kassel. Meine Reifeprüfung legte ich am 27. Februar 1958 an der Albert-Schweizer-Schule zu Kassel ab und begann mein Studium der Zahnheilkunde im Sommersemester 1958 an der Philipps-Universität in Marburg. Dort bestand ich am 29. April 1961 die Zahnärztliche Vorprüfung und erhielt am gleichen Ort nach abgelegtem Staatsexamen am 10. April 1964 die Approbation als Zahnarzt.

Am 1. Juni 1964 wurde ich als Medizinalassistent an der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten Marburg eingestellt und verwaltete an derselben seit dem 1. Oktober 1964 eine Wissenschaftliche Assistentenstelle. Während dieser Zeit habe ich die vorliegende Arbeit angefertigt.

Zum 28. Februar 1966 erhielt ich den Einberufungsbescheid zur Bundeswehr nach München.

Meine akademischen Lehrer in Marburg waren die Herren Professoren und Dozenten:

Braun-Falco, Dimroth, Gedigk, Hennis, Hering, Heuser, Hornung, Janke, Korb, Kottmeyer, Lang, Löhr, Mahr, Marx, Maurath, Meyer, Niessing, Oksche, Pantke, Petry, Roger, Rollhäuser, Rosemann, Schmid, Seidel, Siegert, Siess, Vogt, Walcher.

